4ta COMUNICACIÓN NACIONAL sobre Cambio Climático

República de Nicaragua

Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional

El Pueblo, Presidente!

gef

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

República de Nicaragua
Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional
Sistema Nacional de Gestión del Cambio Climático
Secretaría de Cambio Climático de la Presidencia

Cuarta Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, República de Nicaragua
Edit. Impresiones a Colores, S.A. Managua, 2023
459 páginas

Proyecto “Habilitación de la preparación de la Cuarta Comunicación Nacional de Nicaragua y el Primer Informe Bienal de Actualización a la CMNUCC”. SCCP-GEF-FAO

4ta COMUNICACIÓN NACIONAL sobre Cambio Climático

República de Nicaragua

2023

Acrónimos y siglas

AFOLU	Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (por sus siglas en inglés)
ALBA	Alianza Bolivariana para los Pueblos de Nuestra América
AND	Autoridad Nacional Designada
AR4	Cuarto reporte de evaluación del IPCC (por sus siglas en inglés)
AR5	Quinto reporte de evaluación del IPCC (por sus siglas en inglés)
ARD	Aguas Residuales Domésticas
BCIE	Banco Centroamericano de Integración Económica
BCN	Banco Central de Nicaragua
bep	Barriles equivalentes de petróleo
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BUR	Reporte Bienal de Actualización (por sus siglas en inglés)
CBIT	Iniciativa para la construcción de capacidades para la transparencia (por sus siglas en inglés)
CC	Control de Calidad
CENAGRO	Censo Nacional Agropecuario
CEPAL	Comisión Económica para América Latina
CEPALSTAT	Bases de datos de la Organización de Comisión Económica para América Latina
CFC	Clorofluorocarburos
CH_4	Metano
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CO	Monóxido de carbono
CO_2	Dióxido de carbono
CO_2-eq	Dióxido de carbono equivalente
COP	Conferencia de las Partes
COVDM	Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes del Metano
DA	Datos de Actividad
DaLa	Evaluación de Pérdidas y Daños (por sus siglas en inglés)
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DGA	Dirección General de Servicios Aduaneros
DGGG	Dirección General de Geología y Geofísica

Acrónimos y siglas

DGM	Dirección General de Meteorología
DOT	Dirección de Ordenamiento Territorial
DQO	Demanda Química de Oxígeno
EMNV	Encuestas de Medición del Nivel de Vida
ENACAL	Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
ENACC	Estrategia Nacional Ambiental y de Cambio Climático
ENDE-REDD+	Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones Provenientes de la Deforestación y de la Degradación de los Bosques
ENOS	El Niño-Oscilación del Sur
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (por sus siglas en inglés)
FAOSTAT	Bases de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FAyFENCO$_2$	Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO$_2$
FE	Factor de Emisión
FOD	Descomposición de Primer Orden (por sus siglas en inglés)
FUNICA	Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua
GC	Garantía de la Calidad
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GEF	Fondo Mundial para el Medio Ambiente (por sus siglas en inglés)
Gg	Gigagramos
GIZ	Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (por sus siglas en alemán)
GLP	Gas licuado de petróleo
GRD	Gestión del Riesgo de Desastres
GRUN	Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional
Gt	Gigatoneladas
ha	Hectáreas
HCFC	Hidroclorofluorocarburos
hm^3	Hectómetro cúbico
ICOE	Cooperación Oficial Externa
INAC	Instituto Nicaragüense de Aeronáutica Civil
INAFOR	Instituto Nacional Forestal

Acrónimos y siglas

INE	Instituto Nicaragüense de Energía
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (ahora INIDE)
INETER	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
INF	Inventario Nacional Forestal
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
INIDE	Instituto Nacional de Información de Desarrollo
INIFOM	Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal
INTA	Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria
IPE	Índice de Precipitación Estandarizado
IPCC	Panel Intergubernamental del Cambio Climático (por sus siglas en inglés)
IPPU	Procesos Industriales y Uso de Productos (por sus siglas en inglés)
IPSA	Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria
km^2	Kilómetro cuadrado
ktep	Kilotoneladas equivalentes de petróleo
MAG	Ministerio Agropecuario
MARENA	Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
MEFCCA	Ministerio de Economía Familiar, Comunitaria, Cooperativa y Asociativa
MEM	Ministerio de Energía y Minas
MEN	Mercado Minorista de Electricidad
MHCP	Ministerio de Hacienda y Crédito Público
MINSA	Ministerio de Salud
mm	Milímetro
MRV	Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación
msnm	Metros sobre el nivel del mar
MST	Manejo Sostenible de la Tierra
MTI	Ministerio de Transporte e Infraestructura
MTR	Marco de Transparencia Reforzado
MW	Megawatt
N_2O	Óxido nitroso
NDC	Contribución Nacionalmente Determinada (por sus siglas en inglés)

Acrónimos y siglas

NOAA	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (por sus siglas en inglés)
NO_x	Óxidos de nitrógeno
NREF-N	Nivel de Referencia de Emisiones Forestales de Nicaragua
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ONDL	Oficina Nacional de Desarrollo Limpio
ONU	Organización de las Naciones Unidas
P&D	Pérdidas y Daños
PCG	Potenciales de Calentamiento Global
PIB	Producto Interno Bruto
PISASH	Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento Humano
PNLCP-DH	Plan Nacional de Lucha contra la Pobreza y para el Desarrollo Humano
PNDH	Plan Nacional de Desarrollo Humano
PNGR	Plan Nacional de Gestión del Riesgo
PTAR	Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales
RACCN	Región Autónoma de la Costa Caribe Norte
RACCS	Región Autónoma de la Costa Caribe Sur
RCP	Trayectorias de Concentración (por sus siglas en inglés)
REDD+	Reducción de Emisiones provenientes de la Deforestación y Degradación de los Bosques
SAF	Sistema Agroforestales
SAN	Sistema Aislado Nacional
SAR	Segundo reporte de evaluación del IPCC (por sus siglas en inglés)
SCCP	Secretaría de Cambio Climático de la Presidencia de la República
SEDS	Sitios de Eliminación de Desechos Sólidos
SIG	Sistemas de Información Geográfica
SIN	Sistema Interconectado Nacional
SINAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
SINAPRED	Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres
SINGEI-NI	Sistema Nacional de Inventario de Gases de Efecto Invernadero de Nicaragua
SNGCC	Sistema Nacional de Gestión del Cambio Climático
SNRCC	Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático

Acrónimos y siglas

SO_2	Dióxido de azufre
SOI	Índice de Oscilación del Sur (por sus siglas en inglés)
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (por sus siglas en inglés)
US	Dólares Americanos
UTCUTS	Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura
WEF	Foro Económico Mundial (por sus siglas en inglés)

ÍNDICE DE CONTENIDO

Resumen Ejecutivo **1**
Executive Summary **23**
Antecedentes de la preparación de la Cuarta Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de Nicaragua **44**
Alcance de la Cuarta Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de Nicaragua **46**
Arreglos Institucionales para la elaboración de la Cuarta Comunicación Nacional sobre Cambio Climático **48**
Capítulo 1. Circunstancias Nacionales **49**
1.1. Caracterización de Nicaragua **50**
1.1.1. Perfil geográfico y climático 50
1.1.2. Perfil poblacional 89
1.1.3. Perfil socioeconómico 96
1.1.4. Situación de género en Nicaragua 99
1.1.5. Aspectos económicos 100
1.2. Marco político, normativo e institucional de Nicaragua **102**
1.2.1. Marco normativo e institucionalidad del cambio climático de Nicaragua 104
Capítulo 2. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero **111**
2.1. Antecedentes **112**
2.2. Metodología **114**
2.3. Fuentes de Información y Métodos **118**
2.4. Sistema Nacional de Inventario de Gases de Efecto Invernadero **121**
2.4.1. Arreglos institucionales y entidades participantes 122
2.4.2. Métodos y documentación de datos 123
2.4.3. Garantía de calidad / control de calidad y verificación 124
2.4.4. Ciclo de inventario 124
2.4.5. Mejoras implementadas en el cuarto INGEI 2015 125
2.5. Panorama General de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero **127**
2.5.1. Tendencia de emisiones por gas 130
2.6. Emisiones de GEI 2015 **132**
2.6.1. Dióxido de carbono (CO_2) 135
2.6.2. Metano (CH_4) 135
2.6.3. Óxido nitroso (N_2O) 136

2.6.4. Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre 136
2.6.5. Categorías principales 2015 136
2.6.6. Evaluación general de la incertidumbre 137
2.6.7. Indicadores asociados al INGEI 2015 139
2.7. Resultados de las emisiones por sector 140
2.7.1. Sector Energía 140
2.7.2. Sector Procesos Industriales y Uso de los Productos (IPPU) 176
2.7.3. Sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra 195
2.7.4. Sector Desechos 244
Capítulo 3. Acciones de Mitigación 269
3.1. Instrumentos de políticas públicas 270
3.2. Acciones de mitigación por sectores 280
3.2.1. Sector Energía 280
3.2.2. Procesos Industriales y Uso de Productos 287
3.2.3. Sector Agricultura, Silvicultura y Usos de la Tierra 288
Capítulo 4. Vulnerabilidad ante la Crisis Climática 303
4.1. Vulnerabilidad ante la Crisis Climática 304
4.2. Aproximación a una evaluación de la vulnerabilidad de Nicaragua 306
4.2.1. Diagnóstico integral del territorio nacional 307
4.2.2. Amenazas climáticas en Nicaragua 313
4.2.3. Síntesis de la problemática identificada (Diagnóstico territorial, amenazas/susceptibilidades) 330
4.2.4. Indicadores de vulnerabilidad territorial 333
4.2.5. Indicadores de vulnerabilidad por exposición 333
4.2.6. Indicadores de vulnerabilidad territorial según factores físicos, económico – productivos, sociales y ambientales. 344
4.2.7. Vulnerabilidad global (Sumatoria de vulnerabilidades por exposición y vulnerabilidades territoriales) 374
Capítulo 5. Pérdidas y Daños 376
5.1. Evaluación de Pérdidas y Daños (DaLa) 379
5.2. Mecanismos Internacionales sobre Pérdidas y Daños 380
5.3. Marco nacional de políticas vinculadas a Pérdidas y Daños 381
5.4. Pérdidas y Daños económicos por eventos hidrometeorológicos extremos (2000 – 2020) 383

Capítulo 6. Avance en Adaptación al Cambio Climático **397**
6.1. Políticas, programas y planes de adaptación al cambio climático **398**
6.1.1. Proyectos asociados a medidas de adaptación al cambio climático 410
Capítulo 7. Barreras, Necesidades y Apoyo Recibido **413**
7.1. Barreras y Necesidades Conexas de Financiación, Tecnología y Capacidad para la Gestión del Cambio Climático en Nicaragua **414**
7.1.1. Barreras y necesidades de financiación, tecnología y capacidad 414
7.1.2. Financiamiento para la gestión del cambio climático 425
7.1.3. Financiamiento para la formulación de la Cuarta Comunicación Nacional 427
Referencias Bibliográficas **429**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comunicaciones Nacionales de Nicaragua 45

Tabla 2. Modelos globales de Cambio Climático analizados 69

Tabla 3. Cantidad de áreas protegidas declaradas por tipo de categoría de manejo 87

Tabla 4. Distribución de la Población Urbana/Rural 90

Tabla 5. Indicadores demográficos por quinquenio 91

Tabla 6. Determinantes del PIB 2007-2017 101

Tabla 7. Mejoras en la actualización del cuarto INGEI con relación al tercero 113

Tabla 8. Resumen del nivel metodológico utilizado 116

Tabla 9. Potencial de calentamiento global para tiempo dado de horizonte 118

Tabla 10. Emisiones estimadas para la serie temporal 2000-2015 128

Tabla 11. Tendencia de las emisiones por GEI (Gg CO_2-eq) 131

Tabla 12. Emisiones netas, año de referencia 2015 132

Tabla 13. Categorías principales INGEI 2015 137

Tabla 14. Indicadores asociados a las emisiones de país 2015 140

Tabla 15. Emisiones del Sector Energía en Gg de CO_2-eq 141

Tabla 16. Categorías sector Energía aplicables en Nicaragua y gases incluidos 144

Tabla 17. Evolución de la generación eléctrica (2000 - 2015) 146

Tabla 18. Evolución de los combustibles procesados en la refinería (2000-2015) 148

Tabla 19. Categorías sector Energía IPCC y el BEN 152

Tabla 20. Industrias de la energía, evolución del consumo de combustibles (ktep - Miles de Toneladas Equivalente de Petróleo), 2000-2015 153

Tabla 21. Industrias manufactureras y de la construcción, evolución del consumo de combustibles (ktep - Miles de Toneladas Equivalente de Petróleo), 2000-2015 157

Tabla 22. Evolución del parque vehicular de Nicaragua 161

Tabla 23. Parque vehicular de Nicaragua 161

Tabla 24. Sector transporte, evolución del consumo de combustibles (ktep - Miles de Toneladas Equivalente de Petróleo), 2000-2015 162

Tabla 25. Otros sectores, evolución del consumo de combustibles 164

Tabla 26. Evolución generación de energía geotérmica en Nicaragua (ktep Miles de Toneladas Equivalente de Petróleo), 2000-2015 165

Tabla 27. Factores de emisión e incertidumbre asociada 167

Tabla 28. Emisiones del sector Energía (2000-2015) 169
Tabla 29. Emisiones del sector Energía por categoría año 2015 170
Tabla 30. Emisiones del sector Energía (2000 - 2015), método de referencia 171
Tabla 31. Comparación de los resultados método de nivel y de referencia 171
Tabla 32. Comparación resultados del tercer y cuarto INGEI del sector Energía 174
Tabla 33. Comparación resultados del tercer y cuarto INGEI para NO_X, CO, COVDM y SO_2 174
Tabla 34. Emisiones del sector IPPU (Gg CO_2-eq) 176
Tabla 35. Categorías sector IPPU aplicables en Nicaragua y gases incluidos 179
Tabla 36. Volumen de producción e importaciones de cemento y clinker (2000-2015) 184
Tabla 37. Volumen de producción de cal viva (2000-2015) 185
Tabla 38. Consumo de carbonatos (2000-2015) 185
Tabla 39. Consumo de lubricantes y cera de parafina (2000-2015) 186
Tabla 40. Consumo de asfalto (2000-2015) 187
Tabla 41. Volumen de producción de bebidas alcohólicas 187
Tabla 42. Volumen de producción de azúcar y embutidos (2000-2015) 188
Tabla 43. Factores de emisión utilizados por categoría/subcategoría/gas 188
Tabla 44. Emisiones del sector IPPU 2015 189
Tabla 45. Comparación entre inventarios del sector IPPU 193
Tabla 46. Comparación entre inventarios para la producción de cemento 194
Tabla 47 Comparación entre inventarios para la producción de cal 194
Tabla 48. Comparación entre inventarios para la producción de asfalto 194
Tabla 49. Emisiones del sector AFOLU (Gg CO_2-eq) 196
Tabla 50. Instalaciones de ganado estabulado (Feedlot) 201
Tabla 51. Categorías subsector agricultura y gases incluidos 206
Tabla 52. Datos de actividad del subsector agricultura 213
Tabla 53. Factores de emisión sector agrícola 214
Tabla 54. Emisiones por tipo de gas subsector Agricultura 215
Tabla 55. Emisiones del subsector Agricultura para el año de inventario 2015 217
Tabla 56. Peso porcentual por tipo de gas (2015) 218
Tabla 57. Comparación entre inventarios del subsector Agricultura (Gg CO_2-eq) 218
Tabla 58. Uso del suelo histórico 2000 – 2015 220
Tabla 59. Categorías del subsector UTCUTS aplicables en Nicaragua y gases incluidos 222

Tabla 60. Conceptualización de categorías de uso de suelo 224
Tabla 61. Homologación de categorías y subcategorías del subsector UTCUTS 224
Tabla 62. Depósitos de carbono incluidos en el inventario de Nicaragua 226
Tabla 63. Fuentes de información de las superficies de la tierra del subsector UTCUTS 229
Tabla 64. Distribución de los usos de la tierra en función de los resultados de la homologación (ha) 232
Tabla 65. Matriz de cambio de uso de suelo 2000-2005 (hectáreas) 233
Tabla 66. Matriz de cambio de uso de suelo 2000-2010 (hectáreas) 234
Tabla 67. Matriz de cambio de uso de suelo 2000-2015 (hectáreas) 235
Tabla 68. Densidades de carbono, estimadas a partir de los datos del Inventario Nacional Forestal 236
Tabla 69. Emisiones totales del subsector UTCUTS por categoría (CO_2-eq) 237
Tabla 70. Emisiones y absorciones del subsector UTCUTS 239
Tabla 71. Comparación entre inventarios del subsector UTCUTS (Gg CO_2-eq) 241
Tabla 72. Emisiones del Sector Desechos en Gg de CO_2-eq 245
Tabla 73. Categorías sector Desechos aplicables en Nicaragua y gases incluidos 248
Tabla 74. Factores de emisión utilizados por categoría/subcategoría/gas 257
Tabla 75. Comparación entre inventarios del sector Desechos (Gg CO_2-eq) 268
Tabla 76. Principales logros del Sector AFOLU 272
Tabla 77. Pilar 2: Medidas Integradas de Mitigación 272
Tabla 78. Programa de reducción de emisiones de la Costa Caribe 279
Tabla 79. Proyectos en ejecución por parte de agentes de mercado clasificados por fuente de generación 283
Tabla 80. Proyectos en diseño final y construcción de agentes de mercado, clasificados por fuente de generación 284
Tabla 81. Marco normativo relacionado con el sector energético 285
Tabla 82. Logros de la reforestación mediante el programa Cruzada Nacional de Reforestación 291
Tabla 83. Registro de incendios forestales 292
Tabla 84. Programas y proyectos desarrollados en acción a la mitigación al cambio climático 295
Tabla 85. Proyectos registrados en el MDL 301
Tabla 86. Proyectos en validación 302
Tabla 87. Identificación de amenazas climáticas 313

Tabla 88. Sistema de clasificación para determinar nivel de amenaza por sequía meteorológica 317
Tabla 89. Vulnerabilidad en el uso del suelo agropecuario 348
Tabla 90. Vulnerabilidad por sectores económicos 356
Tabla 91. Vulnerabilidad de las comunidades por disponibilidad de agua 359
Tabla 92. Incidencia de malaria en el territorio nacional 364
Tabla 93. Incidencia de dengue en el territorio nacional 366
Tabla 94. Incidencia de leptospirosis en el territorio nacional 368
Tabla 95. Incidencia de leishmaniasis en el territorio nacional 369
Tabla 96. Incidencia de hepatitis A en el territorio nacional 371
Tabla 97. Incidencia de chagas en el territorio nacional 372
Tabla 98. Eventos hidrometeorológicos extremos (2000 – 2020) 383
Tabla 99. Estimación de pérdidas y daños económicas por Sequía 2001 385
Tabla 100. Estimación de pérdidas y daños económicas por Huracán Michelle 2001 386
Tabla 101. Estimación de pérdidas y daños económicas por Inundaciones 2002 386
Tabla 102. Estimación de pérdidas y daños económicas por Huracán Beta 2005 387
Tabla 103. Estimación de pérdidas y daños económicas por Huracán Félix 2007 388
Tabla 104. Estimación de pérdidas y daños económicas por Tormenta Alma y Depresión Tropical No. 16 389
Tabla 105. Estimación de pérdidas y daños económicas por Huracán Ida 2009 390
Tabla 106. Estimación de pérdidas y daños económicas por tormenta tropical Agatha 390
Tabla 107. Estimación de pérdidas y daños económicas por tormenta tropical Matthew 2010 391
Tabla 108. Estimación de pérdidas y daños económicas por Depresión Tropical 12E 392
Tabla 109. Estimación de pérdidas y daños económicas a la sequía 2014 392
Tabla 110. Estimación de pérdidas y daños económicas a Huracán Otto 2016 393
Tabla 111. Estimación de pérdidas y daños económicas por Depresión Tropical Nate 2017 394
Tabla 112. Estimación de pérdidas y daños económicas asociados a Sequía e Inundaciones 2018 395
Tabla 113. Estimación de pérdidas y daños económicas asociados a Sequía 2019 395
Tabla 114. Estimación de pérdidas y daños económicas asociados a Huracanes Eta e Iota 2020 396
Tabla 115. Pilar 1: Capacidades sistémicas en adaptación y resiliencia ante la variabilidad y el cambio climático y eventos meteorológicos extremos 402

Tabla 116. Proyectos en ejecución (2005-2015) 410
Tabla 117. Sistematización de barreras y necesidades en financiación, tecnología y capacidades 415
Tabla 118. Listado de especialista entrevistados 424
Tabla 119. Tipos de proyectos 427
Tabla 120. Proyectos por receptor de financiamiento externo 427
Tabla 121. Presupuestos de proyectos Cuarta Comunicación Nacional 428

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. División política administrativa de Nicaragua 51

Figura 2. Macro regiones de Nicaragua 52

Figura 3. Controladores climáticos de Nicaragua 54

Figura 4. Precipitación media anual 56

Figura 5. Temperatura media anual 57

Figura 6. A1. Temperatura media mínima anual – A2. Temperatura media máxima anual 58

Figura 7. Humedad relativa media anual del aire (1971-2010) 59

Figura 8. Comportamiento de la precipitación más frecuente y precipitación media anual del evento El Niño y La Niña para el período de 1971-2010 63

Figura 9. Anomalías de las variables climáticas de precipitación 66

Figura 10. Proceso de elaboración de escenarios de cambio climático 68

Figura 11. Anomalía de precipitación (2021 - 2040) 71

Figura 12. Anomalía de precipitación (2041-2060) 72

Figura 13. Anomalía de precipitación (2061 – 2080) 73

Figura 14. Anomalía de precipitación (2081-2100) 74

Figura 15. Anomalía de temperatura media máxima (2021 - 2040) 75

Figura 16. Anomalía de temperatura media máxima (2041 - 2060) 76

Figura 17. Anomalía de temperatura media máxima (2061 - 2080) 77

Figura 18. Anomalía de temperatura media máxima (2081 - 2100) 78

Figura 19. Anomalía de temperatura media mínima (2021-2040) 79

Figura 20. Anomalía de temperatura media mínima (2041-2060) 80

Figura 21. Anomalía de temperatura media mínima (2061-2080) 81

Figura 22. Anomalía de temperatura media mínima (2081-2100) 82

Figura 23.Cuencas Hidrográficas de Nicaragua 84

Figura 24. Ecorregiones de Nicaragua 86

Figura 25. Mapa de áreas protegidas y reservas de biósfera de Nicaragua 88

Figura 26. Pirámide poblacional de Nicaragua para el 2015 91

Figura 27. Indicador de reducción de la pobreza 97

Figura 28. Gestión Integrada de la Política Nacional de Cambio Climático 108

Figura 29. Gases evaluados en el cuarto INGEI 114
Figura 30. Estructura propuesta para el SINGEI-NI 123
Figura 31. Esquema del ciclo de inventario 125
Figura 32. Tendencia de las emisiones de GEI por sector (Gg CO_2-eq) 128
Figura 33. Emisiones quinquenales por sector (Gg CO_2-eq) 129
Figura 34. Tendencia de las emisiones por GEI (Gg CO_2-eq) 130
Figura 36. Emisiones nacionales de CO_2 por sector, 2015 135
Figura 37. Emisiones nacionales de CH_4 por sector, 2015 135
Figura 38. Emisiones nacionales de NO_2 por sector, 2015 136
Figura 38. Emisiones del sector Energía por subcategoría (Gg CO_2-eq) 141
Figura 39. Emisiones por subcategoría año 2000 y 2015 142
Figura 40. Evolución de la generación eléctrica en Nicaragua por tipo de energía 147
Figura 41. Combustibles procesados en la refinería 149
Figura 42. Evolución del carbón producido (2000-2015) 150
Figura 43. Consumo de combustible en la producción de electricidad y calor 155
Figura 44. Consumo de combustible en la refinación del petróleo 156
Figura 45. Consumo de leña en otras industrias de la energía 156
Figura 46. Consumo de combustibles, procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco 158
Figura 47. Consumo de combustibles en la construcción 159
Figura 48. Consumo de combustibles en industria no especificada 160
Figura 49. Consumo de combustibles en el transporte 163
Figura 50. Consumo de combustible total en el sector Energía 166
Figura 51. Emisiones del sector Energía por tipo de gas (Gg) 168
Figura 52. Emisiones totales del sector Energía (Gg CO_2-eq) 169
Figura 53. Emisiones del sector IPPU (Gg CO_2-eq) 176
Figura 54. Emisiones totales del sector IPPU (2000-2015) 191
Figura 55. Emisiones de COVDM (Gg) 192
Figura 56. Emisiones del sector AFOLU (Gg CO_2-eq) 197
Figura 57. Evolución del hato bovino (2000-2015) 198
Figura 58. Población porcina en Nicaragua (2000-2015) 199
Figura 59. Evolución de la población de ovinos y caprinos en Nicaragua (2000-2015) 200

Figura 60. Población del ganado equino en Nicaragua (2000-2015) 200
Figura 61. Cantidad de aves anuales producidas (2000-2015) 201
Figura 62. Consumo de fertilizantes en Nicaragua (2000-2015) 202
Figura 63. Producción total de arroz (qq) en Nicaragua ciclo 1999/2000 a 2014/15 203
Figura 64. Rendimientos de la cosecha de arroz en Nicaragua (2000-2015) 204
Figura 65. Superficie cultivada de arroz en Nicaragua (2000-2015) 205
Figura 66. Emisiones por tipo de gases 216
Figura 67. Cobertura del suelo para el año 2015 219
Figura 68. Cambios históricos en el peso de las categorías de uso de suelo 220
Figura 69. Recuperación de cobertura forestal para el período 2005 – 2015 222
Figura 70. Emisiones por categoría del sector uso y cambio de uso de la tierra 238
Figura 71. Emisiones del sector Desechos por categoría (Gg CO_2-eq) 244
Figura 72. Cantidad de aguas residuales domésticas tratadas en el período 2000-2015 en las plantas de tratamiento operadas por ENACAL 248
Figura 73. Diagrama de flujo del proceso de tratamiento 256
Figura 74. Emisiones totales de GEI en Nicaragua (2000-2015) 259
Figura 75. Emisiones de metano provenientes de la eliminación de desechos sólidos en Nicaragua (2000-2015) 260
Figura 76. Emisiones de dióxido de carbono provenientes de la incineración abierta de desechos en Nicaragua (2000-2015) 261
Figura 77. Emisiones de metano provenientes de la incineración abierta de desechos en Nicaragua (2000-2015) 261
Figura 78. Emisiones de metano provenientes del tratamiento de aguas residuales domésticas en Nicaragua (2000-2015) 263
Figura 79. Emisiones de óxido nitroso provenientes del tratamiento de aguas residuales domésticas en Nicaragua (2000-2015) 264
Figura 81. Vínculos de ENDE-REDD+ con las políticas y estrategias nacionales 276
Figura 82. Capacidad instalada nominal por tipo de fuente (2006-2015) 280
Figura 83. Capacidad instalada nominal por tipo de fuente (2006-2015) 281
Figura 84. Evolución prevista de la matriz de generación de energía en Nicaragua 282
Figura 85. Tipo de bosque en Nicaragua para el año 2015 289
Figura 86. Recuperación de cobertura forestal para el período 2005 – 2015 290
Figura 87. Superficie de plantaciones forestales 2014-2019 291

Figura 88. Portafolio de Proyectos MDL – Nicaragua 300
Figura 89. Impactos del clima 305
Figura 90. (a) Unidades de síntesis territorial de Nicaragua, (b) Macrozonas– Zonas y subzonas 308
Figura 91. Distribución de la amenaza por exceso de precipitación 316
Figura 92. Distribución de la amenaza de sequía meteorológica 319
Figura 93. Territorios susceptibles a huracanes 321
Figura 94. Susceptibilidad por inundaciones históricas 324
Figura 95. Susceptibilidad por elevación del nivel del mar 327
Figura 96. Amenaza/susceptibilidad de deslizamientos 329
Figura 97. Síntesis de la problemática territorial 332
Figura 98. Vulnerabilidad por exposición a exceso de precipitación 335
Figura 99. Vulnerabilidad por exposición a huracanes 337
Figura 100. Vulnerabilidad por exposición al aumento del nivel del mar 338
Figura 101. Vulnerabilidad por exposición a inundaciones 340
Figura 102. Vulnerabilidad por exposición a deslizamientos 342
Figura 103. Vulnerabilidad por exposición a sequía 343
Figura 104. Vulnerabilidad por proporción de población no productora 345
Figura 105. Vulnerabilidad por diversidad agrícola 347
Figura 106. Vulnerabilidad por conflictos en el uso del suelo agropecuario 349
Figura 107. Vulnerabilidad por degradación física de los suelos 351
Figura 108. Vulnerabilidad ambiental por tasa de resiliencia 352
Figura 109. Vulnerabilidad de hábitat 354
Figura 110. Vulnerabilidad por diversificación de sectores económicos 358
Figura 111. Vulnerabilidad por disponibilidad de agua 360
Figura 112. Vulnerabilidad de contaminación de aguas subterráneas por el uso de pesticidas 362
Figura 113. Vulnerabilidad por accesibilidad vial 363
Figura 114. Vulnerabilidad por prevalencia de malaria 365
Figura 115. Vulnerabilidad por prevalencia de dengue 367
Figura 116. Vulnerabilidad por prevalencia de leptospirosis 368

Figura 117. Vulnerabilidad por prevalencia de leishmaniasis 370
Figura 118. Vulnerabilidad por prevalencia de hepatitis A 372
Figura 119. Vulnerabilidad por prevalencia de enfermedad de chagas 373
Figura 120. Vulnerabilidad global en el territorio nacional 375
Figura 121. Financiamiento externo para la gestión del cambio climático 426
Figura 122. Proyectos con financiamiento externo 426

PRÓLOGO

El cambio climático es una de las crisis de supervivencia más profundas que vive la humanidad, junto a la pobreza, desigualdad y el COVID-19; el planeta enfrenta un problema que no es solamente ambiental, sino planetario.

Ante esto, el Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional de Nicaragua ha ratificado con posición firme su voluntad de contribuir a la lucha contra el cambio climático a través del diseño e implementación de un modelo de desarrollo sostenible, compuesto por políticas y estrategias con enfoques nacionales e intersectoriales.

Nicaragua es un país diverso, tropical y rico en recursos naturales, fundamentales para la vida y el buen vivir, sobre todo para los grupos más sensibles. En este sentido, hace 16 años inició un proceso de recuperación, desarrollo económico y social comprometido con el cuido de la Madre Tierra.

Nicaragua, es nación Parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) y ratificadora de sus instrumentos legales para cumplir con sus objetivos, como limitar el calentamiento del planeta muy por debajo de los 2°C. Es por ello, que el país expresa su responsabilidad de conservar el ambiente y contribuir a la acción climática, a pesar de que Nicaragua emite únicamente el 0.05% de las emisiones mundiales de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Entre los compromisos adquiridos por las Partes ante la CMNUCC, está la elaboración de las Comunicaciones Nacionales sobre Cambio Climático, en donde deben informar de forma periódica sobre sus emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero, el estado de la acción climática (mitigación y adaptación), brechas y apoyo requerido, y cualquier otra información considerada relevante.

En respuesta a este compromiso, Nicaragua presenta ante la CMNUCC la Cuarta Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. En este reporte se manifiestan los logros alcanzados en acciones de mitigación y adaptación, así como las brechas, necesidades y desafíos que requieren del trabajo conjunto nacional e internacional. Además, se comunica el balance de emisiones y absorciones de GEI del país.

A través de la Cuarta Comunicación Nacional, el país informa a las naciones del mundo las acciones desarrolladas bajo el modelo de desarrollo sostenible que dicta el Plan Nacional de Desarrollo Humano (PNDH), el cual ratifica la ruta de crecimiento económico y de desarrollo social en armonía con la naturaleza.

Finalmente, la elaboración de esta Cuarta Comunicación Nacional es resultado del esfuerzo de coordinación de la Secretaría de Cambio Climático de la Presidencia de la República (SCCP), con apoyo técnico de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) con financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés).

Secretaría de Cambio Climático de la Presidencia

Gobierno de la República de Nicaragua

Resumen Ejecutivo

Resumen Ejecutivo - Cuarta Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de Nicaragua

El presente documento constituye la Cuarta Comunicación Nacional sobre el Cambio Climático de Nicaragua para ser presentada ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). El objetivo de dicha convención es estabilizar las concentraciones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Para lograrlo, los Estados Parte deben analizar y evaluar la situación del país sobre el comportamiento de los GEI; las acciones de mitigación y adaptación; preparar escenarios futuros e informar sobre el apoyo recibido para hacer frente a los efectos del cambio climático.

El Gobierno de Nicaragua se comprometió en sus Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC, por sus siglas en inglés) a reducir sus emisiones de GEI ocasionadas por el uso y cambio de uso de la tierra, y por el consumo y producción de energía. Esto se encuentra alineado con el esfuerzo global de mantener la temperatura por debajo de los 2°C (aunque trabaja para limitarlo a 1.5°C). Además, Nicaragua desarrolla acciones encaminadas a incrementar la resiliencia de los medios de vida, a través de la promoción de un modelo de desarrollo sostenible.

Pese a los esfuerzos y a los avances logrados como país, en el mundo, el panorama climático es crítico. En el informe especial sobre el calentamiento global de 1.5°C publicado por el IPCC en el año 2018, presenta evidencias contundentes que la temperatura media mundial actual es de aproximadamente 1.2°C, superior al nivel preindustrial (1850-1900). Además, el incesante y continuo calentamiento global ha provocado más eventos meteorológicos extremos, de mayor intensidad y con graves pérdidas y daños (OMM, 2020).

A partir del año 2018, Nicaragua ha enfrentado cuatro shocks consecutivos con fuertes impactos en la economía y la vida nacional: i) El Intento Fallido de Golpe de Estado en 2018; ii) La pandemia de COVID-19 a partir de marzo 2020; y iii y iv) Los Huracanes ETA e IOTA, ambos en noviembre 2020, de categorías 4 y 5 respectivamente. En su conjunto, estos eventos han generado pérdidas acumuladas en el período 2018- 2023 estimadas en US $29,543.8 millones, 2.3 veces el Producto Interno Bruto (PIB) nominal de 2020.

En respuesta a las múltiples crisis globales, el Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional (GRUN) impulsa actualmente el Plan de Lucha contra la Pobreza para el Desarrollo Humano, 2021-2026, que establece una trayectoria de desarrollo que considera el complejo contexto mundial y nacional actual, tiene por objeto retomar la senda de crecimiento y continuar con las restituciones de derechos y las transformaciones estructurales, inyectando más competitividad y productividad al país, a partir de las siguientes prioridades estratégicas:

- Apoyar la estabilidad macroeconómica y la recuperación del crecimiento económico sostenible e inclusivo, para beneficio de las familias nicaragüenses.
- Garantizar el financiamiento de los programas y proyectos de inversión que impacten en la productividad y el crecimiento económico, y continuar priorizando una política social de reducción de la pobreza que sustenta la estabilidad y cohesión social.
- Concentrar mayores esfuerzos en la provisión, para la prestación y mejora de los bienes y servicios públicos básicos a la población, como una prioridad del pueblo.
- Mantener y adecuar los programas de subsidios, priorizando los de mayor impacto y rentabilidad social.
- Enfrentar los riesgos fiscales derivados de choques externos, cambio climático y desastres naturales, entre otros.

En el contexto de las prioridades nacionales, la Política Nacional de Cambio Climático define los objetivos nacionales para la gestión del cambio climático en Nicaragua:

- Contribuir a la lucha contra la pobreza y al desarrollo humano sostenible de Nicaragua, preparando una sociedad con mayor capacidad de respuesta ante los impactos del cambio climático, más consciente y responsable ante este desafío;
- Promover una economía de bajas emisiones de carbono según las capacidades respectivas a partir de procesos productivos y servicios sostenibles ambiental, social y económicamente, incorporando conocimiento e innovación.
- Orientar la gestión del cambio climático en las dimensiones sociales, ambientales, productivas, de gestión del conocimiento y fortalecimiento de capacidades, donde confluyen decisiones territoriales y sectoriales que afectan los sistemas más sensibles y fuentes significativas de emisiones.
- Integrar las acciones y medidas de adaptación y mitigación.
- Visibilizar la relevancia de las pérdidas y daños ocasionados por los efectos de desastres climáticos para el desarrollo del país.
- Articular las decisiones nacionales de lucha contra la pobreza a la gestión del cambio climático, e identificar las prioridades de inversión.

Coincidiendo con los objetivos establecidos en la Política Nacional de Cambio Climático, para Nicaragua el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas y las capacidades respectivas, no son posiciones políticas sino realidades objetivas.

A pesar del ínfimo nivel de responsabilidad respecto a la emisión de gases de efecto invernadero, Nicaragua trabaja activamente en la mitigación, adaptación y pérdidas y

daños. El país ha pasado del 35% de uso de energías renovables en 2010 a 46% en 2015, y a la vez adaptando el Corredor Seco y las Regiones Autónomas de la Costa Caribe a la nueva realidad del cambio climático, con un esfuerzo presupuestario relevante que se expresa en la implementación de proyectos que incluyen medidas de adaptación al cambio climático en las áreas territoriales más vulnerables antes sus impactos.

Sin embargo, en Nicaragua, como en otros 35 países del mundo, se ha visto mermada su capacidad de respuesta al cambio climático, y el logro de los objetivos de desarrollo sostenible, afectado por medidas coercitivas, unilaterales, extraterritoriales e ilegales, que hasta criminalizan a terceros que no acatan estas medidas ilegales, a lo que se suma los impactos económicos de la crisis ocasionada por la pandemia de COVID-19.

Además de los esfuerzos realizados en la gestión de la mitigación y la adaptación al cambio climático, Nicaragua impulsa sostenidamente el reconocimiento de las pérdidas y daños considerados como el resultado final del cambio climático, al mismo nivel de la mitigación y adaptación, con el objeto de definir mecanismos de financiamiento específicos para impulsar las acciones de recuperación. Por tanto, se requieren opciones de financiamiento formal en los diferentes mecanismos de financiamiento climático definidos en la CMNUCC.

Asimismo, Nicaragua proclama que es moralmente urgente y necesario definir un marco de justicia climática que establezca obligaciones de indemnizaciones y reparaciones de parte de los países que han causado los perjuicios climáticos, en el entendido que existe jurisprudencia en la “ley común” anglosajona en cuanto a reparaciones por daños; por lo que Nicaragua plantea crear un “Fondo de Reparaciones Climáticas” para sufragar pérdidas y daños en los países víctimas del cambio climático.

Es así como, la decisión de presentar Comunicaciones Nacionales a la CMNUCC, por parte de Nicaragua, se fundamenta en su preocupación por el fenómeno global del cambio climático, así como de su compromiso con la Madre Tierra.

Nicaragua presentó, en 2001, la Primera Comunicación Nacional, en 2012, la Segunda Comunicación Nacional, y en 2018 la Tercera Comunicación Nacional. Desde 2020, bajo el liderazgo del Ministerio de Ambiente y los Recursos Naturales y posteriormente de la Secretaría de Cambio Climático de la Presidencia de la República se desarrolló la Cuarta Comunicación Nacional de Nicaragua, con el objetivo de cumplir con los compromisos establecidos por la Convención para la elaboración de las Comunicaciones Nacionales. Así, la Cuarta Comunicación Nacional de Nicaragua se enmarca en los artículos 4.1 y 12 de la CMNUCC y, posteriormente, en la Decisión 8/CP. 11 (COP11, 2006), que establece una periodicidad de cuatro años para remitir las comunicaciones nacionales a la Convención.

Proceso de Preparación de la Cuarta Comunicación Nacional de Nicaragua

Para el desarrollo de la Cuarta Comunicación Nacional, se partió de la identificación de las prioridades e intereses nacionales del país, basada en una visión estratégica nacional de la problemática del cambio climático definidos en sus instrumentos de planificación nacional: Plan Nacional de Desarrollo Humano 2008-2012 y su actualización (2009), Plan Nacional de Desarrollo Humano 2012-2016, el Plan Nacional de Desarrollo Humano 2018-2021 y el Plan Nacional de Lucha contra la Pobreza (2021-2026) y los instrumentos de gestión del cambio climático vigentes durante el período que cubre el reporte (2010-2015) y durante el período de preparación de la Comunicación (2019-2022).

Mereció particular atención y análisis para la contextualización del presente reporte, el Primer Examen Nacional Voluntario sobre la implementación de la Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible para el período 2007-2020, presentado por el GRUN a la comunidad de las Naciones Unidas, durante el Segmento Ministerial del Foro Político de Alto Nivel del Consejo Económico y Social, desarrollado en el mes de Julio 2021.

La Cuarta Comunicación Nacional de Nicaragua refleja los esfuerzos realizados y los logros alcanzados por el país para la mitigación y adaptación al cambio climático en el período comprendido entre 2010 y 2015. Para su sistematización y análisis se establecieron arreglos institucionales orientados a la conformación de una plataforma de articulación de diversas instituciones públicas y otros actores clave, que aportaron significativamente al desarrollo de este reporte. En este contexto, la formulación de la Cuarta Comunicación Nacional de Nicaragua responde a un proceso continuo de fortalecimiento de capacidades desarrollado en dos vías:

- Impulsar la gestión del cambio climático en Nicaragua basada en la mejor evidencia técnica y científica disponible, para lo cual aún se requiere reducir las brechas de gestión de la información, y fortalecimiento de los arreglos institucionales para el monitoreo y evaluación de la gestión climática, adecuados a las circunstancias nacionales.
- La continuidad y sostenibilidad de los procesos de formulación de los reportes nacionales, a partir de la movilización de financiamiento climático que permitan a Nicaragua avanzar en la implementación del “paquete de reglas del Marco de Transparencia Reforzado”, para la presentación de su Primer Reporte Bienal de Transparencia (BTR, por sus siglas en inglés) en 2024, considerando como período de transición, la formulación del Primer Reporte Bienal de Actualización (BUR, por sus siglas en inglés) a ser presentado en diciembre 2023.

En este contexto, la Cuarta Comunicación Nacional, además de constituir un compromiso frente a la CMNUCC se considera como un proceso de aprendizaje en el contexto del

fortalecimiento de capacidades nacionales, para la una eficaz gestión del cambio climático en Nicaragua.

Como se mencionó en el apartado anterior, desde el 2019, el GRUN implementa el Proyecto “Habilitación de la preparación de la Cuarta Comunicación Nacional de Nicaragua y el Primer Informe Bienal de Actualización a la CMNUCC”, coordinado actualmente por la Secretaría de Cambio Climático de la Presidencia de la República con el apoyo la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), como agencia implementadora del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés).

Los arreglos institucionales para la implementación de los proyectos se diseñaron para impulsar una plataforma de coordinación para la formulación del reporte, en miras de optimizar los mecanismos de coordinación ya existentes y fortalecer las capacidades técnicas nacionales para elaborar los reportes bajo el “paquete de reglas” del Marco de Transparencia Reforzado.

El modelo de gestión antes descrito se articula a la institucionalidad del cambio climático impulsada en el país. Durante el proceso de formulación del presente reporte, el GRUN creó la Secretaría de Cambio Climático de la Presidencia de la República (SCCP), como instancia de coordinación del Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático.

Posteriormente, se reforma el Decreto Presidencial N°07-2019, publicado en La Gaceta, Diario Oficial N°27 del 11 de febrero de 2019, con el objetivo de ampliar el margen de actuación del Sistema Nacional, desde la respuesta a la gestión integral del cambio climático, a partir de su nueva denominación como Sistema Nacional de Gestión del Cambio Climático (SNGCC). Donde la Secretaría de Cambio Climático de la Presidencia de la República ejerce la coordinación del SNGCC.

El desafío actual de Nicaragua es sostener técnica y financieramente la formulación de los reportes comprendidos en el Marco de Transparencia Reforzado, y en particular, redefinir y formalizar los arreglos institucionales y con ello el fortalecimiento de capacidades para implementar su Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de la mitigación y un Sistema de Monitoreo y Evaluación de la adaptación al cambio climático.

Contenido de la Cuarta Comunicación Nacional de Nicaragua

El contenido de la Cuarta Comunicación Nacional de Nicaragua se basa en los lineamientos detallados en las directrices de la CMNUCC para la preparación de las comunicaciones nacionales de las Partes no-Anexo I (decisión 17/CP.8).

En este sentido, esta Comunicación está organizada en siete capítulos.

- El Capítulo 1. "Circunstancias Nacionales", describe las características biofísicas del territorio nacional, así como el contexto del país relacionado al marco político y los arreglos institucionales que hicieron posible la elaboración de la Comunicación.
- El Capítulo 2. "Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero", describe la preparación del inventario y los resultados obtenidos en cuanto a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) al año 2015.
- El Capítulo 3. "Acciones de mitigación", describe las principales acciones impulsadas en los sectores prioritarios para el país, así como otras iniciativas relevantes en materia de mitigación.
- El Capítulo 4. “Vulnerabilidad ante la Crisis Climática” presenta una primera aproximación de la evaluación de la vulnerabilidad territorial de Nicaragua al cambio climático.
- El Capítulo 5. “Pérdidas y Daños”, presenta un análisis de las pérdidas residuales y los daños causados por los efectos del cambio climático en Nicaragua de índole económica, generados por eventos hidrometeorológicos extremos ocurridos durante el período que abarca del año 2000 al 2020.
- El Capítulo 6. "Avances en adaptación al cambio climático", refleja la visión de Nicaragua respecto a la adaptación al cambio climático y presenta los programas que comprenden medidas para facilitar la adecuada adaptación.
- El Capítulo 7. “Barreras, Necesidades y Apoyo Recibido” presentan las principales barreras, necesidades, oportunidades y el apoyo recibido para la gestión del cambio climático.

A continuación, se presenta un resumen de cada uno de los capítulos.

Capítulo 1. Circunstancias Nacionales

Nicaragua es el país más grande de América Central. Limita al norte con Honduras y con Costa Rica en el sur, al oeste con el Océano Pacífico y al este con el Mar Caribe. Ejerce soberanía territorial sobre una superficie total de 130,327.9 km^2; de los cuales 120,293.7 km^2 son tierra firme, 471.9 km^2 territorio insular, 10,407.6 km^2 lagos y lagunas, y 148 km^2 cumbres montañosas de más de 1,000 msnm. Se caracteriza por tres diferentes tipos de regiones naturales, la Región del Pacífico, Región Central, y la Región del Caribe. Nicaragua se divide en 15 departamentos y dos Regiones Autónomas y dos Zonas Especiales.

Los principales controladores del clima en Nicaragua están dados por los sistemas de bajas presiones que se desarrollan en el mar caribe, dando paso a la formación de ciclones tropicales. Además, se encuentra la variabilidad climática marcada por el evento El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), así como, las características físicas y topográficas del país. En relación con la distribución de la precipitación media anual, esta disminuye de este a oeste, con una distribución irregular y con rangos que oscilan entre los 600 mm y los 6,000 mm. La temperatura media anual oscila entre los 18°C y 29°C.

Nicaragua posee importantes cuerpos de agua superficiales, destacándose los ríos, de los cuales 51 drenan al Mar Caribe, 4 al Lago Xolotlán, 12 al Lago Cocibolca y 12 directamente al Océano Pacífico. Cuenta con 18 lagunas (9 en la Región del Pacífico, 5 en la Región Central y 4 en la Región Caribe) y 27 acuíferos, de los cuales 12 son considerados de gran importancia hidrogeológica. De estos, 10 están ubicados en la Región del Pacífico y 2 en la Región Central.

Dadas las características ambientales del país, este se divide en tres Regiones Ecológicas que albergan 21 Formaciones Vegetales Zonales del trópico y 6 Azonales. Además, existe un Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), que hasta el año 2018, estaba compuesto por 72 áreas protegidas (64 terrestres y 8 marino costeras), constituidas en 9 categorías de manejo, que representan el 25.5% del territorio nacional. De las áreas protegidas, tres cuentan con reconocimiento internacional de la Red Mundial de Reserva de Biosfera de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés): La Reserva Biosfera BOSAWAS, ubicada en la Región Caribe e incluye seis áreas protegidas; la Reserva de Biosfera del Sureste de Nicaragua o Río San Juan de Nicaragua, incluye siete áreas protegidas y la Reserva de Biosfera Isla de Ometepe, ubicada en la Región Pacífico e incluye tres áreas protegidas.

Para el año 2015, la población proyectada del país era de 6,262,703 de personas, con una densidad de 48 habitantes/km^2. El 58% de la población vive en áreas urbanas y el 42% en áreas rurales. La distribución espacial de la población es heterogénea y la

concentración poblacional está relacionada con las regiones del país. Según los datos del Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE, 2016), para el año 2015 se contabilizaba una capacidad instalada de 20,499 centros educativos de los cuales el 87% son públicos y el 13% privados. Divididos de acuerdo con la tipología de enseñanza en preescolar, primaria, secundaria, superior o universidades, técnica, educación especial y otras.

El Informe sobre la Brecha Global de Género del Foro Económico Mundial (WEF, por sus siglas en inglés) publicado en 2015, ubica a Nicaragua en puesto número 12 de los países que tienen la menor brecha de género, avanzando 78 posiciones en relación con el lugar 90 que tenía en el año 2007. También encabezó la Lista Mundial de Gabinetes Ministeriales con más participación de Mujeres con un 57% alcanzando el octavo lugar de esa lista.

Desde 2007, el GRUN ejecuta políticas, programas y proyectos emblemáticos, los cuales han logrado reducir de manera sostenida los índices de pobreza general y pobreza extrema, pasando la pobreza general de 42.5% a 24.9% y la pobreza extrema de 14.6% a 6.9% entre 2009 y 2016, según las Encuestas de Medición del Nivel de Vida (EMNV) de dichos años; revirtiendo la tendencia ascendente de la pobreza observada en las EMNV de 2001 y 2005.

Nicaragua es el único país de la región que produce aproximadamente el 80% de los alimentos que consume y, para asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción promueve la aplicación de prácticas resilientes que aumenten la productividad y la producción. Según la FAO, entre 1990 y 2014, se redujo el hambre en Nicaragua a más de la mitad, al disminuir la proporción de personas subnutridas en la población total de 54.4% entre los años 1990-1992 a 16.6% en el período 2012-2014.

Según el Banco Central de Nicaragua, el país posee una economía en desarrollo, con apertura comercial, libre movilidad de capitales y que opera bajo un esquema cambiario de minidevaluaciones preanunciadas. Durante el período 2010-2017, el país se destacó con el mayor crecimiento (promedio de 5.28%). El país se ha posicionado gradualmente como líder del crecimiento económico regional, alcanzando una tasa promedio de 5.3% en el período 2013-2017, que supera el exhibido por el conjunto de los países centroamericanos (3.6%) e inclusive el promedio de América Latina y el Caribe (1.2%).

Capítulo 2. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI)

Este capítulo reporta el Cuarto Inventario de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Nicaragua, presentando las estimaciones de emisiones y absorciones de GEI para el año de referencia 2015. Durante el proceso de preparación del INGEI, se realizó el recálculo de la serie temporal y su tendencia para el período 2000-2015. Esto fue posible gracias a la disponibilidad de estadísticas más completas, introducción de nuevas categorías, subcategorías, variables y factores de emisión y factores de absorción construidos en los Niveles de Referencia de las Emisiones Forestales de Nicaragua (NREF-N).

Para el cuarto INGEI se utilizaron, tanto las Directrices del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) de 2006 como la base conceptual del Refinamiento de 2019, así como la guía de orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero - 2000 y la guía de orientación sobre las buenas prácticas para Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS) – 2003.

Se incluyen las estimaciones de las emisiones y absorciones de GEI por fuentes y sumideros para los cuatro sectores definidos por el IPCC: i) Energía; ii) Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU, por sus siglas en inglés); iii) Agricultura, Silvicultura y Otros usos de la Tierra (AFOLU, por sus siglas en inglés) y i) Desechos. Los gases que se informan son: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) y los gases precursores como son el monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes del Metano (COVDM) y dióxido de azufre (SO_2).

Las emisiones totales netas (valor sin incluir las absorciones) para el 2015 se estiman en 28,967.07 Gg de CO_2-eq, de los cuales el sector AFOLU genera la mayor cantidad con el 78.68%, seguido del sector Energía con el 18.38%. Los sectores IPPU y Desechos representan el 2.94% de las emisiones del país. Se muestra una leve disminución de emisiones a partir del año 2005 hasta el 2015. Con respecto al período 2000 (año base) - 2015 (año de referencia), las emisiones disminuyeron en 0.97%. En la siguiente figura se observa el comportamiento de las emisiones por sector, en donde el sector AFOLU es el principal emisor en toda la serie temporal, seguido de Energía, Desechos y por último el IPPU.

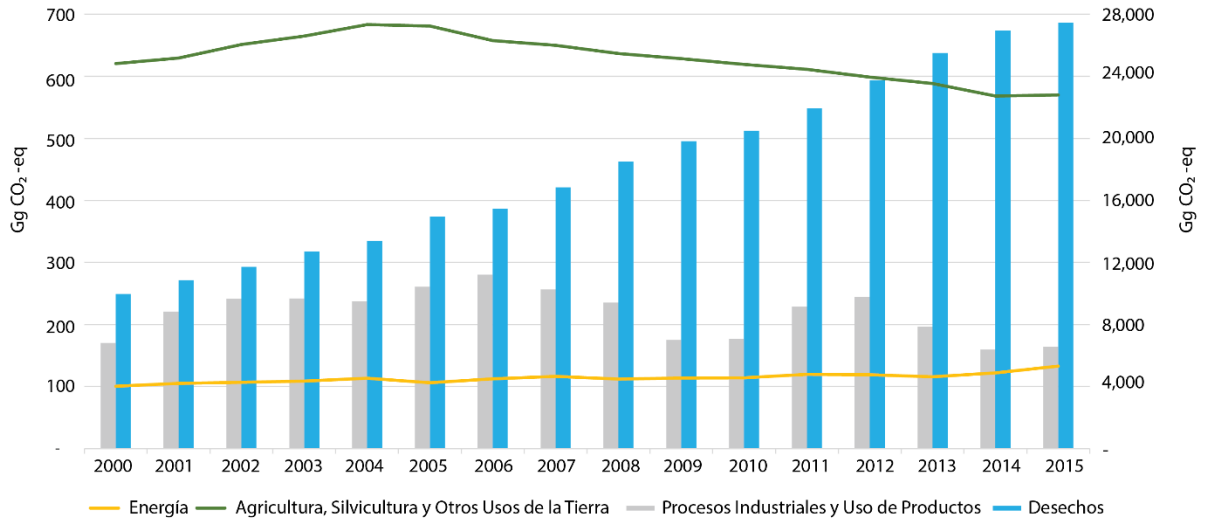


Figura RE1. Tendencia de las emisiones del Cuarto INGEI (2000-2015)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla RE1. Emisiones estimadas para la serie temporal 2000-2015

Años	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Emisiones Gg de CO_2-eq	29,251.27	29,867.73	30,850.16	31,508.29	32,440.86	32,109.15	31,460.67	31,333.59
Años	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Emisiones Gg de CO_2-eq	30,647.19	30,354.86	30,024.22	30,005.78	29,543.06	29,004.02	28,438.54	28,967.07

Fuente: Elaboración propia.

El sector AFOLU representa el mayor peso porcentual de las emisiones en toda la serie temporal, sin embargo, se puede observar una disminución de las mismas en un 6.13% del año 2000 al 2015. Las emisiones de este sector reflejan claramente que Nicaragua es un país agropecuario, que procura garantizar la soberanía y seguridad alimentaria de su población y que exporta los excedentes de su producción. Esto se evidencia en la participación del sector agropecuario con un 30% de las exportaciones netas equivalente al 18% del PIB. Con respecto al sector forestal, este contribuye con el 1% del PIB del país (BCN, 2015).

Las emisiones del sector Energía se mantuvieron estables en el período que abarca del 2000 al 2005, 13.76% y 13.22% de las emisiones respectivamente; a partir del 2007 aumentaron hasta representar el 18.38% en el año 2015. A partir del año 2007, si bien se incorporan plantas termoeléctricas para solventar la crisis energética mundial que impactó fuertemente a Nicaragua, el país realizó importantes inversiones de carácter público y privado orientadas hacia la transformación de la matriz energética. Se potenciaron las hidroeléctricas y la instalación de plantas generadoras de electricidad con fuentes renovables.

En los sectores IPPU y Desechos las emisiones son bajas, de 0.57% y 2.37% respectivamente para el año 2015. Se observa que el sector Desechos aumentó un 1.52% sus emisiones con respecto al año 2000 y esto corresponde al aumento de la población y, por ende, mayores desechos generados y tratados.

El principal gas emitido es el CO_2. Para el año 2015, el CO_2 representó el 59.54 % de las emisiones, seguido del CH_4 con 27.88% y N_2O con 12.58%.

Capítulo 3. Acciones de mitigación desarrolladas por Nicaragua

Este capítulo sistematiza y brinda un análisis de las acciones de mitigación al cambio climático realizadas por Nicaragua durante el período 2010 - 2015 que demuestran el cumplimiento de las metas y compromisos nacionales e internacionales.

Nicaragua ha realizado esfuerzos significativos hacia el fortalecimiento de la capacidad institucional y la definición de políticas públicas e instrumentos de gestión que contribuyan a la mitigación del cambio climático, entre ellas:

- Plan Nacional de Lucha Contra la Pobreza y para el Desarrollo Humano (2022-2026): En el lineamiento N°12 se listan las acciones de país encaminadas a gestionar de manera sostenible los bosques; luchar contra la desertificación; detener y revertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.
- Política Nacional de Cambio Climático: Se encuentra vigente y en el pilar dos describen las medidas integradas de mitigación, las cuales se basan en conservación y restauración de los bosques, promover la reducción de GEI mediante sistemas de producción sostenibles y resilientes, reducir GEI en el transporte mediante la eficiencia y combinación de fuentes de energía renovable, profundizar la diversificación de la matriz energética y promover el desarrollo bajo en carbono de sistemas de producción industrial, minera, y de servicios.
- Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones Provenientes de la Deforestación y de la Degradación de los Bosques (ENDE-REDD+): se concibe como un instrumento de aplicación del marco estratégico y programático en materia de mitigación y adaptación ante el cambio climático, tiene por objeto contribuir a reducir emisiones por deforestación y degradación de los bosques, así como prevenir y reducir los impactos negativos del cambio climático, mediante el aumento de la resiliencia, la capacidad de adaptación de los ecosistemas forestales y agropecuarios y de las poblaciones dependientes de éstos. Tiene como meta reducir la tasa de deforestación en al menos un 50% para el año 2040.

- Estrategia Nacional Ambiental y de Cambio Climático (ENACC) y su Plan de Acción (2010-2015): está orientada a creación de capacidades y consecución de recursos para crear la capacidad de adaptación, mitigación y reducción de riesgo ante el cambio climático y sus efectos negativos a la población del país.
- Estrategia de Desarrollo de la Costa Caribe y el Alto Wangki y Bocay (2019 - 2029): propone la implementación del programa 1 “Gestión Ambiental, Gestión de Riesgo y Cambio Climático”, el cual está directamente vinculado al objetivo de reducir 14.13 Mt CO_2-eq durante 5 años. Se espera que mejoren los sistemas productivos intensivos, el empleo y la conservación de la biodiversidad.
- Otros programas y estrategias: Política Nacional de Desarrollo Sostenible del Sector Forestal, Programa Forestal Nacional, Estrategia Nacional de Leña y Carbón, Plan Nacional de Reforestación y el Plan Nacional de Prevención y Control de Incendios Forestales.

Con respecto al aporte en reducción de GEI, el sector AFOLU representa el mayor peso de emisiones registradas en el Cuarto INGEI con un 78.68%. Durante el período 2000-2015, se identifica una disminución correspondiente al 6.13% de las emisiones del sector. Esto ocurre debido al proceso natural de crecimiento de biomasa de los bosques y un incremento de área de las tierras de cultivo perennes en un 53% (66,515 ha). Durante este período, las tierras de cultivo perennes bajo sombra con una cobertura mayor al 30% de copa fueron clasificadas como tierras forestales e incrementaron en un 51% (44,748 ha).

Desde el año 2007, el GRUN ha realizado esfuerzos considerables para proteger una extensa cobertura en bosques naturales. Según el mapa del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) del año 2015, los bosques representan el 30% del área total de la superficie continental (3.9 millones de ha) convirtiéndolo en el cuarto país de Centroamérica con mayor área de bosques. Durante el período 2005 - 2015, se identifica una significativa recuperación de la cobertura vegetal. Se estima que anualmente se restauran 50 mil hectáreas mediante el manejo de la regeneración natural, los cuales ocurren en las Regiones Pacífico y Centro Norte del país.

El país implementa planes y estrategias de restauración de bosques, durante el período de enero 2014 a septiembre 2019, se han establecido 8,282.22 ha de plantaciones forestales, también, se ha logrado el establecimiento de 161,177 ha de plantaciones entre Sistemas Agroforestales (SAF) y compactas, así como la reducción de los incendios forestales a un 79% aproximadamente en el 2015 con relación al 2007.

Con respecto al sector Energía, es el segundo emisor de GEI, alcanzando el 18.38% de las emisiones netas nacionales. No obstante, es el sector con mejores resultados y mayor potencial para reportar reducción de emisiones de CO_2, al tiempo que aporta al

mejoramiento de las condiciones de vida de la población y al desarrollo de la economía de Nicaragua. En este sentido, Nicaragua cuenta con la Política Energética Nacional (Vigente, (Decreto Ejecutivo N°13-2004)) con 6 áreas de ejecución, de las cuales, el área de energías renovables contribuye en la mitigación al cambio climático.

La diversificación de la matriz de generación eléctrica se ha convertido en un factor dinamizador de la economía nacional. Con la instalación de nuevas centrales eléctricas se revirtió el porcentaje de generación de energía con recursos renovables del 35% en el año 2010 al 46% en el 2015, acercándose al porcentaje de capacidad instalada nominal registrado en el año 2006 (42%). Es importante destacar que la generación de fuentes renovables ha contribuido a un ahorro de 18.94 millones de barriles derivados del petróleo en el período 2007-2020 que aseguró el abastecimiento de electricidad de forma confiable y limpia a la población nicaragüense.

El sector IPPU es el cuarto emisor de GEI, alcanzando el 0.57% de las emisiones netas nacionales. Las emisiones son generadas principalmente por la producción de clinker, componente principal del cemento. A pesar de que en el Cuarto INGEI no se reporta el uso de Hidroclorofluorocarburos (HCFCs), Nicaragua implementa un proyecto para reducir las emisiones provenientes del uso de refrigerantes. Por tal razón, el país contribuye en la protección de la capa de ozono y ha eliminado en un 100% el consumo de los gases llamados Clorofluorocarburos (CFCs) a partir del 1 de enero del 2010 y se está implementando un Plan de Gestión para la eliminación de los tipos de gases HCFCs del 2012 al 2020.

También, se reflejan los avances de Nicaragua con el desarrollo de un portafolio de 17 proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), que se concentra en proyectos de incorporación de energía renovable a la red eléctrica nacional, favorecidos por condiciones estructurales del sector eléctrico nicaragüense. Recientemente se registraron proyectos de reforestación, de metano evitado y de manejo energético de desechos (Figura RE2).

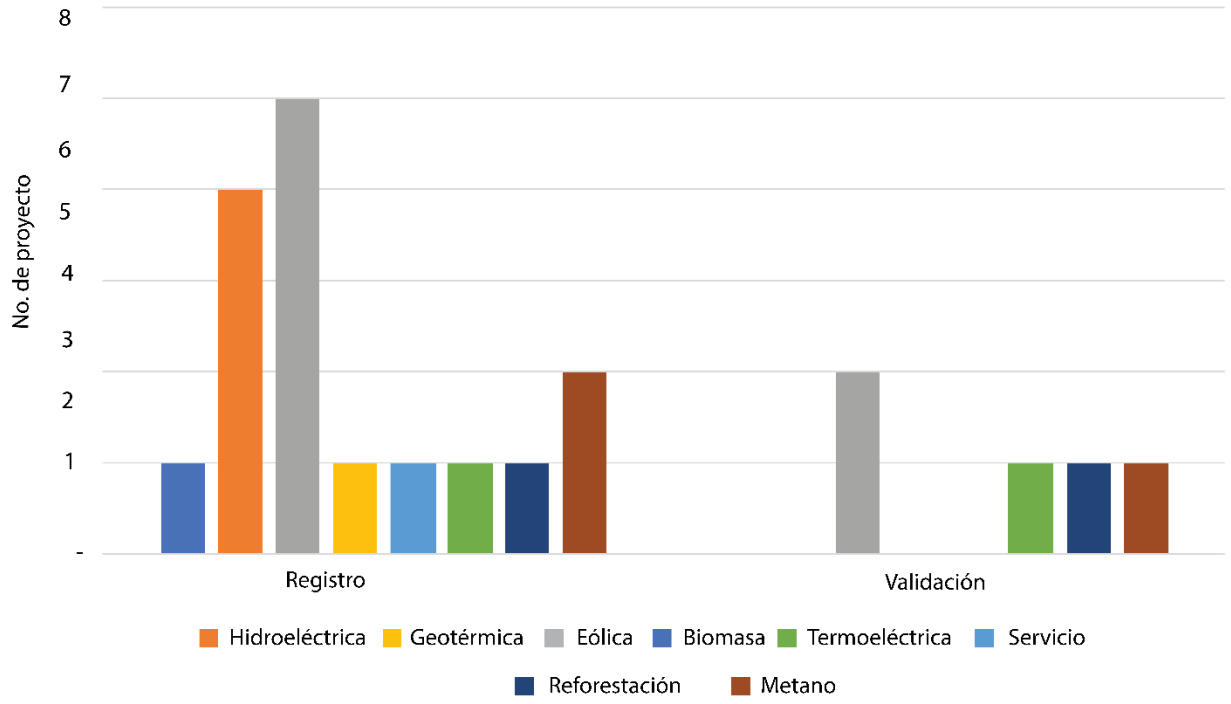


Figura RE2. Portafolio de Proyectos MDL – Nicaragua

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 4. Vulnerabilidad ante la Crisis Climática

En el contexto de alta vulnerabilidad de Nicaragua frente al cambio climático, se realizan importantes esfuerzos técnicos y financieros para incrementar progresivamente las capacidades nacionales para evaluar con menor incertidumbre los riesgos a los que se enfrenta el territorio, la economía, la población y sus medios de vida; e impulsar políticas, planes y proyectos orientados a incrementar la capacidad adaptativa y la resiliencia frente a los impactos de los eventos climáticos extremos.

Para evaluar la vulnerabilidad en Nicaragua, se identificaron y mapearon las amenazas y/o susceptibilidades que afectan al sistema territorial, las cuales son exacerbadas por el cambio en los patrones de variabilidad climática y el aumento de la temperatura global. Las amenazas/susceptibilidades analizadas fueron: amenaza por exceso de precipitación, amenaza de sequía meteorológica, susceptibilidad por huracanes, susceptibilidad a inundaciones, susceptibilidad por aumento del nivel del mar y amenaza/susceptibilidad de deslizamientos. Se definieron: 7 indicadores por exposición, 1 indicador de capacidad adaptativa y 11 indicadores de vulnerabilidad territorial según factores físicos, económicos – productivos, sociales y ambientales.

A nivel nacional se identificaron un total de 2,506 comunidades que se encuentran con un nivel de vulnerabilidad global entre alto y muy alto. De estas, el 18.58% corresponde a comunidades que presentan un nivel de vulnerabilidad muy alto y el 31.95% a comunidades con un nivel de vulnerabilidad alto.

- Las comunidades con vulnerabilidad global alta y muy alta se distribuyen en la zona pacífico en los municipios El Viejo, Chichigalpa, Chinandega y Corinto del departamento Chinandega; en los municipios León, La Paz Centro y Telica del departamento León; en los municipios Puerto Morazán, Somotillo, Cinco Pinos, Santo Tomás del Norte, San Pedro del Norte y San Francisco del Norte del departamento Chinandega; y, en los municipios Quezalguaque, El Jicaral y Larreynaga del departamento León.
- En la zona pacífico centro en el municipio Nagarote del departamento León; en los municipios Villa El Carmen, San Rafael del Sur, Managua, Mateare y El Crucero del departamento Managua; en el municipio Nindirí del departamento Masaya; en el municipio Santa Teresa del departamento Carazo; en el municipio Granada; en los municipios San Francisco Libre y Tipitapa del departamento Managua.
- En la zona pacífico sur en los municipios Moyogalpa, Altagracia, Tola y San Juan del Sur del departamento Rivas; (subzona 3B) los municipios Juigalpa y Acoyapa del departamento Chontales; en los municipios Morrito, San Miguelito y San Carlos del departamento Río San Juan.
- En la zona centro noroeste en los departamentos Nueva Segovia, Madriz, Estelí, oeste centro de Jinotega y Matagalpa; y, en los departamentos Boaco, Chontales; en los municipios Waspam, Bonanza, Siuna, Waslala y Mulukukú de la RACCN; y, en el municipio Bocana de Paiwas de la RACCS.
- En la zona caribe norte en los municipios Waspam, Puerto Cabezas y Prinzapolka de la RACCN; y, Desembocadura de Río Grande de la RACCS. En la zona caribe centro en los municipios Waspam, Rosita y Prinzapolka de la RACCN; en los municipios El Tortuguero, Laguna de Perlas, Kukra Hill, El Rama y Bluefields de la RACCS. En la zona caribe sur en los municipios El Almendro, El Castillo y San Juan de Nicaragua del departamento Río San Juan; y, Nueva Guinea y Bluefields de la RACCS.

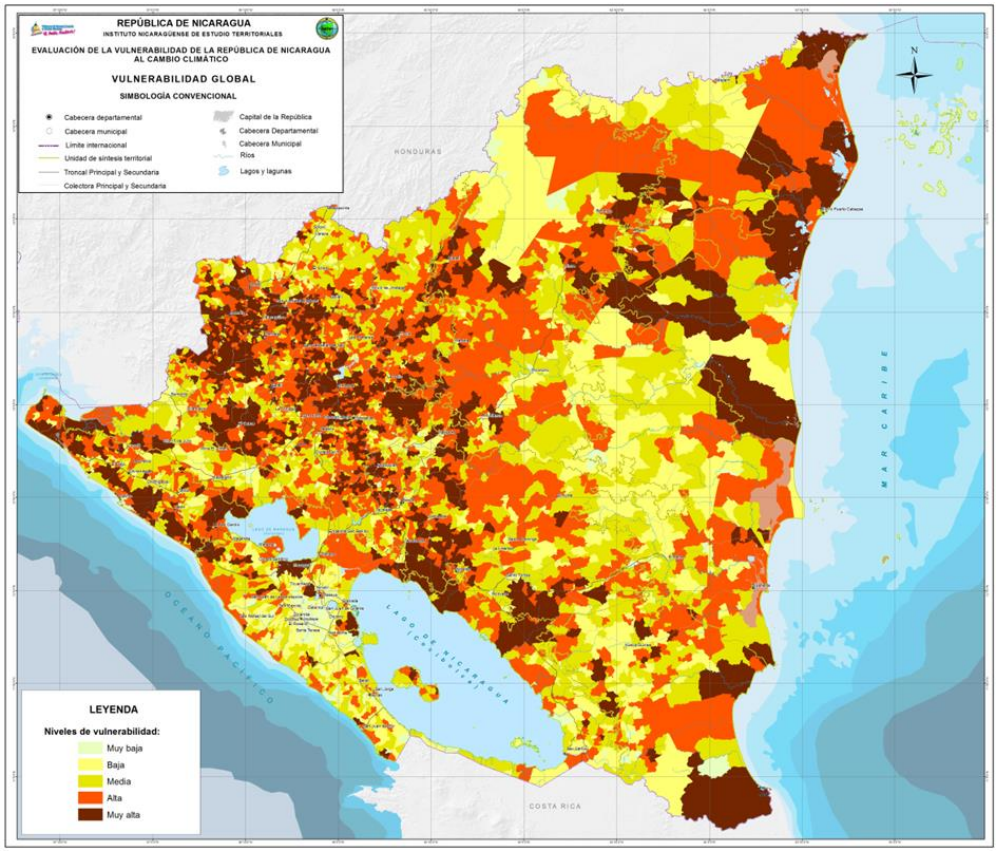


Figura RE2. Vulnerabilidad global en el territorio nacional

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial- INETER, 2022b.

El análisis y los resultados de la evaluación de vulnerabilidad no tiene carácter prospectivo ni define escenarios de vulnerabilidad a partir de las proyecciones futuras del clima, lo que constituye una limitación de su alcance, no obstante es la primera aproximación a la vulnerabilidad climática de Nicaragua a escala nacional, formulada a partir de un proceso de fortalecimiento de capacidades de los actores institucionales, orientada a mejorar la producción, gestión y análisis de la información relacionada con el clima y sus impactos.

En este contexto, este proceso puso en evidencia la necesidad de fortalecer los sistemas de información cartográfica nacional con sus bases de datos actualizadas y sistematizadas, de manera que se cuente con la información adecuada para profundizar los futuros análisis de vulnerabilidad. Particularmente se requieren fortalecer las capacidades nacionales para desarrollar estudios actualizados y cartografía de las principales amenazas climáticas que afectan el territorio nacional (huracanes, inundaciones, el aumento del nivel del mar y deslizamientos), con el objeto de reducir la incertidumbre en los análisis de vulnerabilidad.

Capítulo 5. Pérdidas y daños

Según el Índice de Riesgo Climático Global (Germanwatch, 2017), Nicaragua se ubica a nivel histórico (1996-2015) entre los cinco países más expuestos y más vulnerables del mundo a eventos climáticos extremos, condición que se confirma cuando se valoran las pérdidas y daños ocasionados en el país a causa de sus impactos.

En este capítulo, se presenta una primera aproximación de las principales pérdidas y daños económicos causados por los efectos de fenómenos hidrometeorológicos extremos. Para esto, se utilizó la metodología de Evaluación de Pérdidas y Daños (DaLa, por sus siglas en inglés) desarrollada por CEPAL, la cual considera los siguientes criterios: 10 o más personas fallecidas, 100 o más personas afectadas, declaración de estado de emergencia y solicitud de asistencia internacional.

En el período 2000 – 2020 existen 38 eventos registrados en la Base de Datos Internacional sobre Desastres (EM-DAT, por sus singlas en inglés), sin embargo, solo 17 cumplen con los criterios de evaluación requeridos por DaLa.

Los resultados indican que las P&D más importantes contabilizadas corresponden a los eventos: Huracán Mitch (1998), Huracanes Eta e Iota (2020), Huracán Félix (2007), Huracán Otto (2016) y Depresión Tropical 12E (2011), tal como se observa en la Tabla RE2. Estos eventos generaron un impacto económico y social considerable, tanto en pérdidas materiales como en vidas humanas.

Los eventos de sequía también representan P&D importantes (alrededor de $50 millones) y probablemente estén subestimados debido a la falta de información y los efectos menos visibles a largo plazo (malnutrición, aumento de costos de alimentos, etc).

Las pérdidas no económicas en su mayoría sobrepasan por mucho las pérdidas y daños económicos. Sin embargo, se encontró poca información al respecto, por tal razón, no se consideró en este primer ejercicio de evaluación de P&D.

Tabla RE2. Eventos hidrometeorológicos extremos (1998 – 2020)

Año	Tipo de evento	Nombre del Evento	Total (Personas afectadas)	Total (U$)
1998	Huracán	Mitch	4,453,583	1,262,700,000.00
2001	Sequía	-	188,000	49,976,679.86
2001	Huracán	Michelle	24,866	1,462,000.00
2002	Inundación	-	10,542	3,823,707.00

Año	Tipo de evento	Nombre del Evento	Total (Personas afectadas)	Total (U$)
2005	Tormenta	Beta	39,200	26,725,829.94
2007	Huracán	Félix	188,726	969,394,253.00
2008	Inundación	Alma / Depresión Tropical 16	10,663	7,590,596.00
2009	Huracán	Ida	19,897	7,254,870.00
2010	Inundación	Agatha	ND	4,506,931.00
2010	Tormenta	Mathew	71,000	60,000.00
2011	Inundación	Depresión Tropical 12E	143,018	257,786,929.42
2014	Sequía	-	460,000	50,686,853.00
2016	Huracán	Otto	10,570	300,141,064.12
2017	Tormenta	Depresión Tropical '16/Huracán 'Nate'	39,200	522,456.00
2018	Sequía e Inundación	-	ND	46,973,885.00
2019	Sequía	-	ND	15,609,775.00
2020	Huracán	Eta y Iota	930.000	995,041,439.00

ND: No hay datos

Fuente: Elaboración propia sobre la base de las estadísticas la base de datos EM-DAT y Servicio de Monitoreo Financiero (FTS, por sus siglas en inglés).

Debido a lo anterior, Nicaragua ha propuesto en distintos foros multilaterales la necesidad de declarar a Centroamérica y El Caribe como regiones altamente vulnerables a eventos climáticos extremos; considerando la frecuencia e intensidad de estos eventos en las últimas décadas y las condiciones de desigualdad estructural que las afectan y que refuerzan su sensibilidad a los impactos del cambio climático. Además, defiende la posición de evitar valorar a los Estados vulnerables por razones climáticas como amenazas para la seguridad de otros Estados, ni a la “vulnerabilidad climática” como justificación para la intervención política o militar contra los Estados más sensibles a los impactos del cambio climático.

Capítulo 6. Avances de la adaptación al cambio climático

Para Nicaragua, la acción climática en general y las políticas de adaptación al cambio climático, deben contribuir a la lucha contra la pobreza y al desarrollo humano sostenible. Asimismo, deben preparar una sociedad con mayor capacidad de respuesta ante los impactos del cambio climático, más consciente y responsable ante este desafío; facilitando la reducción de la vulnerabilidad de los sistemas humanos y naturales expuestos a los cambios del clima.

Actualmente, el GRUN implementa programas y proyectos que van incrementando progresivamente las capacidades nacionales para impulsar una estrategia de adaptación eficaz. No obstante, se requiere diseñar y ejecutar un Plan Nacional de Adaptación que proponga una hoja de ruta de mediano y largo plazo orientada hacia la reducción de la vulnerabilidad climática.

La adaptación al cambio climático es una de las líneas primordiales para el cumplimiento de la visión expresada en los instrumentos de política de Nicaragua que orientan la gestión del cambio climático. Para Nicaragua, la acción climática en general y las políticas de adaptación al cambio climático en particular, deben contribuir a la lucha contra la pobreza y al desarrollo humano sostenible y a preparar una sociedad con mayor capacidad de respuesta y resiliencia ante los impactos del cambio climático, más consciente y responsable ante este desafío, y deben propiciar la reducción de la vulnerabilidad de los sistemas humanos y naturales expuestos a los cambios del clima.

Asimismo, se requiere desarrollar un sistema nacional de monitoreo y evaluación de la adaptación al cambio climático, condición que impide contar con información pertinente y oportuna sobre los resultados e impactos de las acciones de adaptación ejecutadas en Nicaragua, que permitan fortalecer las decisiones públicas de adaptación al cambio climático basada en evidencia y al mismo tiempo robustecer los reportes remitidos a la CMNUCC.

Este capítulo contiene un compendio sobre el marco que rige la gestión de adaptación al cambio climático en el país, referido a los principales instrumentos de política y a los proyectos en ejecución y planificados durante el período 2010-2015, que ponen en evidencia los esfuerzos realizados por Nicaragua para avanzar sostenidamente en la gestión de la adaptación al cambio climático con estrategias integradas a sus políticas de desarrollo humano y reducción de la pobreza.

Capítulo 7. Barreras, necesidades, oportunidades y el apoyo recibido para la gestión del cambio climático

Este capítulo incluye información sobre las limitaciones, necesidades y oportunidades financieras, técnicas y de capacidades que se han identificado de manera paralela durante la elaboración de esta Comunicación. Conforme al Manual de usuario para las directrices sobre comunicaciones nacionales, este capítulo recopila y analiza información relevante sobre las necesidades para la gestión de cambio climático Nicaragua, reportadas en el período 2010-2015 proveniente de entrevistas a informantes clave y de fuentes secundarias.

La información sistematizada se organiza en matrices que desarrolla seis componentes asociados a las barreras y necesidades identificadas: Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV Integral), Mecanismo de Desarrollo Limpio, Medidas de mitigación, Inventario de Gases de Efecto Invernadero, información y observación sistemática del clima, riesgo climático y vulnerabilidad, y; adaptación al cambio climático, todas ellas clasificadas por barreras y necesidades de financiación, tecnología y capacidad.

Además, se añade información sobre el financiamiento externo recibido para la gestión del cambio climático, para el período 2010-2015. Para la preparación de esta sección se analizaron los Informes de Cooperación Oficial Externa (ICOE) publicados por Banco Central de Nicaragua (BCN). La publicación del Informe de ICOE inició en 2007, con el propósito de presentar los flujos relacionados con desembolsos de préstamos y donaciones que el país recibe de cooperantes oficiales. La cobertura de la cooperación incluida en este documento está referida exclusivamente a los flujos que los gobiernos extranjeros, o sus agencias oficiales, destinan a Nicaragua, ya sea de manera bilateral o a través de instituciones multilaterales.

Para realizar el análisis se construyó una base de datos que incluye variables que permiten visualizar las fuentes de financiamiento, el destino de los fondos y los montos de apoyo recibidos destinados a proyectos relacionados con la gestión del cambio climático en Nicaragua. A continuación, se presentan los resultados del análisis:

- Durante el período 2010-2015 la cooperación oficial externa destinada a la gestión del cambio climático alcanzó US$ 335.9 millones dólares distribuidos en 99 proyectos, que representan el 4.49% del total registrado.
- Los montos más representativos en términos presupuestario se colocan entre el año 2013 y el 2015, siendo el 2014 el año con importantes desembolsos, que asciende a US$ 90.1 millones de dólares.
- En términos presupuestarios, la mitigación es el sector que recepta más recursos de financiamiento externo (68.50%), seguido del financiamiento de la adaptación

(18.64%), la gestión de riesgos ante desastres (12.65%) y el fortalecimiento de capacidades (0.21%). El flujo de recursos hacia el sector de mitigación se distribuye, particularmente, en proyectos de generación de energía con fuentes renovables.

- El flujo de cooperación externa se distribuyó casi en su totalidad hacia el financiamiento de proyectos del sector público, demostrándose que la iniciativa para la gestión climática en el período de referencia se concentra en las entidades gubernamentales.
- Por modalidad de recursos, 201 millones de dólares de cooperación oficial externa correspondieron a préstamos (59.84%) y 134.9 millones a donaciones (40.16%).
- Por fuente de financiamiento, 94.6 millones de dólares de cooperación oficial externa provenientes de fuentes bilaterales (28.16%). El monto restante de 241.3 millones provino de fuentes multilaterales (71.84%).

Executive Summary

Executive Summary - Fourth National Communication on Climate Change of Nicaragua

This document constitutes the Fourth National Communication on Climate Change of Nicaragua for the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). The goal of the Convention is to stabilize greenhouse gas (GHG) concentrations at a level that will prevent dangerous human interference with the climate system. To achieve this, the States Parties must analyze, evaluate and report the situation of the country regarding the of GHGs emissions and absorptions; mitigation and adaptation actions; climate scenarios based in projections and report on the support received to deal with the climate change and its effects.

The Government of Nicaragua has committed in its Nationally Determined Contributions (NDC) to reduce its GHG emissions caused by the use and change of land use, and by the consumption and production of energy. This is in line with the global effort to keep the temperature below 2°C (although it is working to limit it to 1.5°C). In addition, Nicaragua develops actions aimed at increasing the resilience of livelihoods, through the promotion of a sustainable development model.

Despite the efforts and progress achieved as a country, the worldwide climate system outlook is critical. In the Special Report on Global Warming of 1.5°C published by the IPCC in 2018, strong evidence is presented that the current global average temperature is approximately 1.2°C, higher than the pre-industrial level (1850-1900). In addition, the incessant and continuous global warming has caused more extreme weather events (EMEs), of greater intensity and with serious losses and damages (WMO, 2020).

Since 2018, Nicaragua has had to face four consecutive events with strong impacts on the national economy and the country´s life in general: the failed coup attempt in 2018, the COVID-19 pandemic starting in March 2020, and Hurricanes Eta (category 4) and Iota (category 5) in November 2020. Jointly, over the period from 2018-2023 these impacts have caused estimated accumulated losses of 29,543.8 billion USD, a sum 2.3 times the nominal Gross Domestic Product (GDP) of 2020.

In reaction to multiple global crises, the Nicaraguan Government of Reconciliation and National Unity (GRUN) currently promotes a Plan to Fight Poverty and Promote Human Development, which establishes a development path in the context of today´s complex global and national circumstances. It aims at recovering the path towards growth and continuing the restitutions of rights and structural transformations by injecting more competitiveness and productivity into the country based on the following four prioritized strategies:

- Supporting macroeconomic stability and the recovery of sustainable and inclusive economic growth for the benefit of the Nicaraguan families.
- Guaranteeing financing for investment programmes and projects that enhance productivity and economic growth, and continuous prioritization of social policies for poverty reduction to ensure social stability and cohesion.
- Concentrating more efforts on providing and improving basic public goods and services, which is a priority for the general population.
- Continuing and adjusting subsidy programmes, prioritizing those with the strongest social impact and profitability.
- Confronting fiscal risks of external shocks, climate change and natural disasters, etc.

Based on the national priorities, the National Climate Change Policy defines the national objectives for climate change management in Nicaragua as follows:

- Contribution to the fight against poverty and to sustainable human development in Nicaragua, by preparing a society with a stronger capacity to respond to climate change impacts, with more awareness and responsibility in the face of this challenge.
- Promotion of a low-carbon-economy, depending on the respective capacities, based on environmentally, socially, and economically sustainable production processes and services incorporating knowledge and innovation.
- Guidance for climate change management in the social, environmental and production spheres, in knowledge management and capacity-building, where territorial and sectoral decisions affecting the most sensitive systems and significant sources of emissions converge.
- Integration of adaptation and mitigation actions and measures.
- Highlighting the relevance of losses and damages caused by impacts of climate disasters to the country's development.
- Articulation of national policy decisions for the fight against poverty with climate change management and identifying investment priorities.

Coinciding with the objectives established in the National Climate Change Policy, for Nicaragua the principle of common but differentiated responsibilities and the respective capacities are not political positions but objective realities. Despite the tiny level of responsibility regarding the emission of greenhouse gases.

Nicaragua is actively working on mitigation, adaptation, and loss and damage. Use of renewable energy in Nicaragua has risen from 35% in 2010 to 46% in 2015, while adapting the dry corridor and the autonomous regions of the Caribbean Coast to the new climate change reality with a significant budget effort in form of projects that include climate change adaptation measures in the territories that are most vulnerable to its impacts.

However, in Nicaragua, as in 35 other countries in the world, its response capacity to climate change has been diminished, and the achievement of the sustainable development objectives, affected by coercive, unilateral, extraterritorial, and illegal measures, which even criminalize to third parties that do not abide by these illegal measures, in addition to the economic impacts of the crisis caused by the COVID-19 pandemic.

In addition to the efforts made in the management of mitigation and adaptation to climate change, Nicaragua consistently promotes the recognition of losses and damages considered as the result of climate change, at the same level of mitigation and adaptation, to define specific financing mechanisms to promote recovery actions. Therefore, formal financing options are required in the diverse climate finance mechanisms under the UNFCCC.

Likewise, Nicaragua proclaims that it is morally urgent and necessary to define a climate justice framework that establishes compensation and reparation obligations on the part of the countries that have caused climate damage, in the understanding that there is jurisprudence in the Anglo-Saxon "common law" regarding to repairs for damages; Therefore, Nicaragua proposes to create a "Climate Reparations Fund" to cover losses and damages in countries that are climate change victims.

This is how Nicaragua's decision to submit National Communications to the UNFCCC is based on its concern for the global phenomenon of climate change, as well as its commitment to Mother Earth.

Nicaragua presented its First National Communication in 2001, its Second National Communication in 2012, and its Third National Communication in 2018. Since 2020, under the leadership of the Ministry for the Environment and Natural Resources (MARENA) and later of the Climate Change Secretariat of the Presidency of Nicaragua (SCCP), and with the support of the United Nations Food and Agriculture Organization (FAO) as implementing agency of the Global Environment Facility (GEF), Nicaragua’s Fourth National Communication was developed with the objective of complying with the UNFCCC commitments for National Communications. Nicaragua´s Fourth National Communication takes reference to UNFCCC articles 4.1 and 12, as well as to Decision

8/CP.11 (COP11, 2006) establishing a period of four years to send the National Communications to the Convention.

Preparation process of the Fourth National Communication of Nicaragua

For the drafting of the Fourth National Communication, national priorities and interests were identified on the basis of the strategic vision of the climate change issue defined in the national planning instruments: National Human Development Plan (PNDH) for 2008-2012 and its update of 2009, National Human Development Plan for 2012 – 2016, National Human Development Plan for 2018-2021, National Plan to Fight Poverty and Promote Human Development (PNCL-DH) for 2022-2026 and the climate change management instruments in force during the preparation period for the Communication (2019-2022).

For the contextualization of the present report, particular attention was given to and analysis made of the First Voluntary National Examination of the implementation of Agenda 2030 and its Sustainable Development Goals (SDGs) for the period 2007-2020, presented by the GRUN to the United Nations community during the Ministerial Segment of the High-Level Political Forum of the Economic and Social Council, held in July 2021.

Nicaragua´s Fourth National Communication reflects its efforts and achievements made for climate change mitigation and adaptation in the period from 2010 to 2015. For its systematization and analysis, institutional arrangements were established to create a platform for the articulation of various state institutions and other key actors, which made significant contributions to the draft of this report. In this context, the formulation of Nicaragua's Fourth National Communication responds to a continuous capacity-building process on two levels:

- Promoting climate change management in Nicaragua, based on the best possible technical and scientific evidence, for which it is still necessary to reduce information management gaps, construct sufficient, relevant, permanent, and quality metrics, and design nationally appropriate institutional arrangements for the monitoring and evaluation of climate management.

- Ensuring the continuity and sustainability of the national report formulation processes, starting with the mobilization of climate finance allowing Nicaragua to advance in implementing the "rules package of the Enhanced Transparency Framework" for the presentation of its First Biennial Update Report (BUR), to be submitted in December 2023, and the formulation of the First Biennial Transparency Report (BTR) in 2024, which is considered a transition period.

Besides constituting a commitment to the UNFCCC, the Fourth National Communication is considered a learning process in the context of national capacity-building for effective climate change management in Nicaragua.

As mentioned in the previous section, since 2019 the GRUN implements the Project "Enabling the preparation of the Fourth National Communication of Nicaragua and the First Biennial Update Report to the UNFCCC", currently coordinated by the Climate Change Secretariat of the Presidency of Nicaragua with the support of the Food and Agriculture Organization of the United Nations, as the implementing agency of the Global Environment Facility (GEF).

Institutional arrangements for project implementation were designed so as to promote an interinstitutional coordination platform for the formulation of the report, composed of all entities with climate change management competences; already existing coordination mechanisms were optimized, and national technical capacities enhanced to draft the reports under the “rules package” in the Enhanced Transparency Framework (ETF).

The previously described management model is articulated with the climate change-related institutional framework developed in the country. During the formulation of the present report, the Nicaraguan government created the Climate Change Secretariat of the Presidency of Nicaragua (SCCP) as a coordination body for the Climate Change Response System.

Subsequently, Presidential Decree No. 07-2019 (Nicaraguan President´s Office, 2019) was amended to broaden the National System’s scope of action from response to comprehensive climate change management, starting by renaming it the National Climate Change Management System. The SCCP is in charge of coordinating this National Climate Change Management System.

Nicaragua currently faces the challenge of supporting the formulation of the ETF reports technically and financially, and particularly, of redefining and formalizing institutional arrangements, thus enhancing capacities for the implementation of its GHG Monitoring, Reporting and Verification System (MRV), and a climate change adaptation Monitoring and Evaluation System (M&E).

Contents of the Fourth National Communication of Nicaragua

The contents of Nicaragua's Fourth National Communication are based on the guidelines detailed in the UNFCCC guidelines for the preparation of national communications from non-Annex I Parties (decision 17/CP.8).

- Chapter 1 “National circumstances” gives a detailed description of the country context as to the political framework and institutional arrangements which have made possible the drafting of the Communication.
- Chapter 2 “National Greenhouse Gas Inventory” describes the preparation of the inventory and the results obtained for GHG emissions and absorptions by the year 2015.
- Chapter 3 “Mitigation Actions” describes the main actions promoted in the country´s prioritized sectors, as well as other relevant initiatives regarding climate change mitigation.
- Chapter 4 “Vulnerability due to Climate Crisis” presents a summary of the assessment of Nicaragua´s territorial vulnerability to climate change, formulated by the Nicaraguan Institute of Territorial Studies (INETER).
- Chapter 5 “Loss and Damage” exposed a consolidation of loss and damage assessment results for hydrometeorological events occurred from 2000 to 2020.
- Chapter 6 “Advances in climate change adaptation” contains Nicaragua’s perspective of climate change adaptation and presents the programmes with measures to facilitate adequate adaptation.
- Chapter 7 “Barriers, Needs and Support Received” presents the main constraints, needs, opportunities, and the support received for climate change management.

Following is a summary of each chapter.

Chapter 1. National Circumstances

Nicaragua is the largest country in Central America. It limits to the north with Honduras and with Costa Rica in the south, to the west with the Pacific Ocean and to the east with the Caribbean Sea. It exercises territorial sovereignty over a total area of 130,327.9 km ^{2} ; of which 120,293.7 km^2 are mainland, 471.9 km^2 island territory, 10,407.6 km^2 lakes and lagoons, and 148 km^2 mountain peaks over 1,000 meters above sea level. It is characterized by three different types of natural regions, the Pacific Region, Central Region, and the Caribbean Region. Nicaragua is divided into 15 departments and two Autonomous Regions and two Special Zones.

The main controllers of the climate in Nicaragua are given by the low-pressure systems that develop in the Caribbean Sea, giving way to the formation of tropical cyclones. In addition, there is the climatic variability marked by the El Niño-Southern Oscillation (ENSO) event, as well as the physical and topographic characteristics of the country. In relation to the distribution of the average annual precipitation, it decreases from east to west, with an irregular distribution and with ranges that oscillate between 600 mm and 6,000 mm. The average annual temperature ranges between 18°C and 29°C.

Nicaragua has important bodies of surface water, highlighting the rivers, of which 51 drain into the Caribbean Sea, 4 into Lake Xolotlán, 12 into Lake Cocibolca and 12 directly into the Pacific Ocean. It has 18 lagoons (9 in the Pacific Region, 5 in the Central Region and 4 in the Caribbean Region) and 27 aquifers, of which 12 are considered of great hydrogeological importance. Of these, 10 are in the Pacific Region and 2 in the Central Region, in addition there are 13 campuses, including islands.

Given the environmental characteristics of the country, it is divided into three Ecological Regions that house 21 Zonal Plant Formations of the tropics and 6 Azonal. In addition, there is a National System of Protected Areas (SINAP), which until 2018, was made up of 72 protected areas (64 terrestrial and 8 coastal marine), constituted in 9 management categories, which represent 25.5% of the national territory. Of the protected areas, three have international recognition from the World Network of Biosphere Reserves of the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO): The BOSAWAS Biosphere Reserve, located in the Caribbean Region and includes six protected areas; the Biosphere Reserve of Southeast Nicaragua or Río San Juan de Nicaragua, includes seven protected areas and the Isla de Ometepe Biosphere Reserve, located in the Pacific Region and includes three protected areas.

For the year 2015, the projected population of the country was 6,262,703 people, with a density of 48 inhabitants/km^2. 58% of the population lives in urban areas and 42% in rural areas. The spatial distribution of the population is heterogeneous, and the population concentration is related to the regions of the country. According to data from the National Institute of Development Information (INIDE, 2016), for the year 2015 there was an installed capacity of 20,499 educational centers of which 87% are public and 13% private. Divided according to the type of education in preschool, primary, secondary, higher or universities, technical, special education, and others.

The Report on the Global Gender Gap of the World Economic Forum (WEF) published in 2015, places Nicaragua in number 12 of the countries with the smallest gender gap, advancing 78 positions in relation to the 90th place it had in 2007. It also led the World List of Ministerial Cabinets with the most participation of Women with 57%, reaching eighth place on that list.

Since 2007, GRUN has been executing flagship policies, programmes and projects, which have managed to reduce the general poverty and extreme poverty indices in a sustained manner, passing general poverty from 42.5% to 24.9% and extreme poverty from 14.6% to 6.9%. between 2009 and 2016, according to the Living Standard Measurement Surveys (EMNV) of those years; reversing the upward trend of poverty observed in the EMNV of 2001 and 2005.

Nicaragua is the only country in the region that produces approximately 80% of the food it consumes and, to ensure the sustainability of production systems, it promotes the application of resilient practices that increase productivity and production. According to the FAO, between 1990 and 2014, hunger in Nicaragua was reduced by more than half, by reducing the proportion of undernourished people in the total population from 54.4% in 1990-1992 to 16.6% in 2012-2014.

According to the Central Bank of Nicaragua, the country has a developing economy, with commercial openness, free capital mobility and that operates under an exchange scheme of pre-announced mini-devaluations. During the period 2010-2017, the country stood out with the highest growth (average of 5.28%). The country has gradually positioned itself as a leader in regional economic growth, reaching an average rate of 5.3% in the period 2013-2017, which exceeds that exhibited by the Central American countries (3.6%) and even the average for Latin America and the Caribbean (1.2%).

Chapter 2. National Greenhouse Gas Inventory (NGHGI)

The NGHGI is an essential element of national communications. This chapter reports Nicaragua's Fourth National Greenhouse Gas Inventory and the estimation of GHG emissions and absorptions for 2015. For the formulation of this NGHGI, the time series and its tendency for 2000-2015 was recalculated thanks to the availability of more exhaustive national statistics, the introduction of new emissions categories, subcategories, variables, and factors, which were updated after the results of the Nicaraguan Forest Reference Emissions Levels (N-FREL), as indicated by the 2006 Guidelines of the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) and their Refinement in 2019.

The fourth GHGI was compiled in conformity with the 2006 IPCC Guidelines, as the conceptual base for the 2019 Refinement, as well as the 2000 IPCC Report on Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, and the 2003 Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry (GPG-LULUCF).

The greenhouse gases (GHG) estimated in the fourth inventory are: carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4), nitrous oxide (N_2O), and precursor gases such as carbon monoxide (CO), nitrogen oxides (NOx), Non-Methane Volatile Organic Compounds (NMVOCs) and Sulphur dioxide (SO_2): for the purposes of the report, emissions are expressed in carbon dioxide equivalents (CO_2-eq) to make them comparable with each other.

Total net emissions (net value resulting from emissions minus absorption) calculated in Nicaragua´s 2015 GHGI were estimated at 28,967.07 Gg CO_2-eq, the main contribution (78.68%) stemming from Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU), followed by the Energy sector with 18% of GHGs released into the atmosphere. The sectors Industrial Processes and Waste jointly constitute approximately 2.94% of the country's emissions.

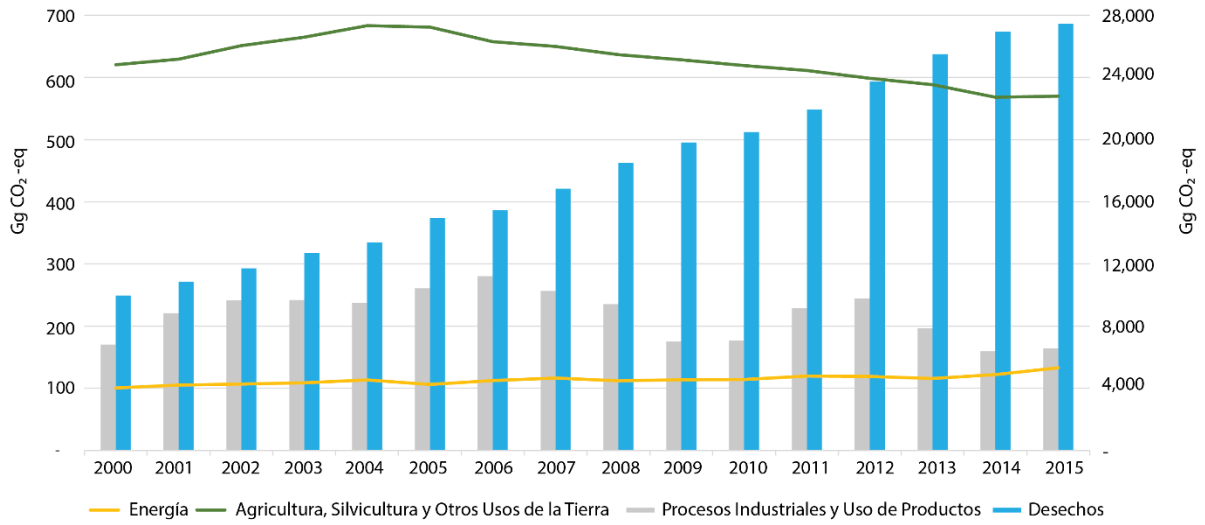


Figure ES1. Fourth INGEI emissions trend (2000-2015)

Source: Self made.

Table ES1. Estimated emissions for the 2000–2015-time series

Years	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Emissions Gg of CO_2 -eq	29,251.27	29,867.73	30,850.16	31,508.29	32,440.86	32,109.15	31,460.67	31,333.59
Years	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Emissions Gg of CO_2 -eq	30,647.19	30,354.86	30,024.22	30,005.78	29,543.06	29,004.02	28,438.54	28,967.07

Source: Self made.

AFOLU sector represents the highest percentage participation on emissions in the entire time series, however, a decrease of 6.13% can be observed from 2000 to 2015. AFOLU emissions reflect that Nicaragua is an agricultural country, which seeks guarantee the

sovereignty and food security of its population and that it exports the surpluses of its production. This is evidenced by the participation of the agricultural sector with 30% of net exports equivalent to 18% of GDP. Regarding the forestry sector, it contributes 1% of the country's GDP (BCN, 2015).

Emissions from the Energy sector remained stable in the period from 2000 to 2005, 13.76% and 13.22% of emissions as of 2007 they increased to represent 18.38% in 2015. As of 2007, although thermoelectric plants are incorporated to solve the world energy crisis that strongly impacted Nicaragua, the country made important public and private investments oriented towards the transformation of the energy matrix. Hydroelectric dams and the installation of electricity generating plants with renewable sources were promoted.

In the IPPU and Waste sectors they are low, 0.57% and 2.37% respectively for the year 2015. It is observed that the Waste sector increased its emissions by 1.52% with respect to 2000 and this corresponds to the increase in population and, therefore, greater waste generated and treated.

The main gas emitted is CO_2 for 2015, CO_2 represented 59.54% of the emissions, followed by CH_4 with 27.88% and N_2O with 12.58%.

Chapter 3. Mitigation actions developed by Nicaragua

This chapter systematizes and provides an analysis of the climate change mitigation actions carried out by Nicaragua during the period 2010 - 2015 that demonstrate compliance with national and international goals and commitments.

Nicaragua has made significant efforts towards strengthening institutional capacity and defining public policies and management instruments that contribute to climate change mitigation, including:

- National Plan to Fight Poverty and for Human Development (2022-2026): Guideline N°12 lists country actions aimed at sustainably managing forests; fight against desertification; halt and reverse land degradation and halt biodiversity loss.
- National Climate Change Policy: It is in force and in pillar two it describes the integrated mitigation measures, which are based on conservation and restoration of forests, promoting GHG reduction through sustainable and resilient production systems, reducing GHG in transportation through the efficiency and combination of renewable energy sources, deepen the diversification of the energy matrix and promote the low-carbon development of industrial, mining, and service production systems.

- National Strategy for the Reduction of Emissions from Deforestation and Forest Degradation (ENDE-REDD+): it is conceived as an instrument for the application of the strategic and programmatic framework in terms of mitigation and adaptation to climate change, its purpose is to contribute to reducing emissions from deforestation and forest degradation, as well as preventing and reducing the negative impacts of climate change, by increasing resilience and the adaptive capacity of forest and agricultural ecosystems and of the populations dependent on them. Its goal is to reduce the deforestation rate by at least 50% by the year 2040.
- National Environmental and Climate Change Strategy (ENACC) and its Action Plan (2010-2015): it is aimed at creating capacities and obtaining resources to create the capacity for adaptation, mitigation, and risk reduction in the face of climate change and its negative effects on the population of the country.
- Development Strategy for the Caribbean Coast and Alto Wangki and Bocay (2019 - 2029): proposes the implementation of program 1 "Environmental Management, Risk Management and Climate Change", which is directly linked to the objective of reducing 14.13Mt CO_2-eq for 5 years. Intensive production systems, employment and biodiversity conservation are expected to improve.
- Other programmes and strategies: National Policy for Sustainable Development of the Forest Sector, National Forest Program, National Firewood and Coal Strategy, National Reforestation Plan and the National Plan for the Prevention and Control of Forest Fires.

Regarding the contribution to GHG reduction, the AFOLU sector represents the greatest weight of emissions registered in the Fourth INGEI with 78.68%. During the 2000-2015 period, a decrease corresponding to 6.13% of the sector's emissions was identified. This occurs due to the natural process of growth of forest biomass and an increase in perennial croplands areas by 53% (66,515 ha). During this period, shaded perennial cropland with a canopy cover greater than 30% was classified as forest land and increased by 51% (44,748 ha).

Since 2007, GRUN has made considerable efforts to protect extensive natural forest cover. According to the INETER map of the year 2015, forests represent 30% of the total area of the continental surface (3.9 million ha), which makes it the fourth country in Central America with the largest area of forests. During the period 2005 - 2015, a significant recovery of the vegetation cover is identified. It is estimated that 50 thousand hectares are restored annually through the management of natural regeneration, which occur in the Pacific and North Central Regions of the country.

The country implements forest restoration plans and strategies, during the period from January 2014 to September 2019, 8,282.22 hectares of forest plantations have been established, also, the establishment of 161,177 hectares of plantations has been achieved between Agroforestry Systems (SAF) and compact, as well as the reduction of forest fires to approximately 79% in 2015 compared to 2007.

Regarding the Energy sector, it is the second GHG emitter, reaching 18% of national net emissions. However, it is the sector with the best results and the greatest potential to report reductions in CO_2 emissions, while contributing to the improvement of the living conditions of the population and the development of the Nicaraguan economy. In this sense, Nicaragua has the National Energy Policy (Current, (Executive Decree No. 13-2004)) with 6 areas of execution, of which, the area of renewable energies contributes to the mitigation of climate change.

The diversification of the electricity generation matrix has become a dynamic factor in the national economy. With the installation of new power plants, the percentage of energy generation with renewable resources was reversed from 35% in 2010 to 46% in 2015, approaching the percentage of nominal installed capacity registered in 2006 (42%). It is important to highlight that the generation from renewable sources has contributed to a saving of 18.94 million barrels derived from oil in the 2007-2020 period, which ensured the reliable and clean supply of electricity to the Nicaraguan population.

The IPPU sector is the fourth GHG emitter, reaching 1% of national net emissions. Emissions are mainly generated by the production of clinker, the main component of cement. Even though the use of Hydrochlorofluorocarbons (HCFCs) is not reported in the Fourth INGEI, Nicaragua is implementing a project to reduce emissions from the use of refrigerants. For this reason, the country contributes to the protection of the ozone layer and has eliminated 100% of the consumption of gases called Chlorofluorocarbons (CFCs) as of January 1, 2010, and a Management Plan for the elimination of the types of gases HCFCs from 2012 to 2020

It also reflects the progress of Nicaragua with the development of a portfolio of 17 Clean Development Mechanism (CDM) projects, which focuses on projects for the incorporation of renewable energy into the national electricity grid, favored by structural conditions of the Nicaraguan electricity sector. Recently, reforestation projects, avoided methane and waste energy management projects were registered.

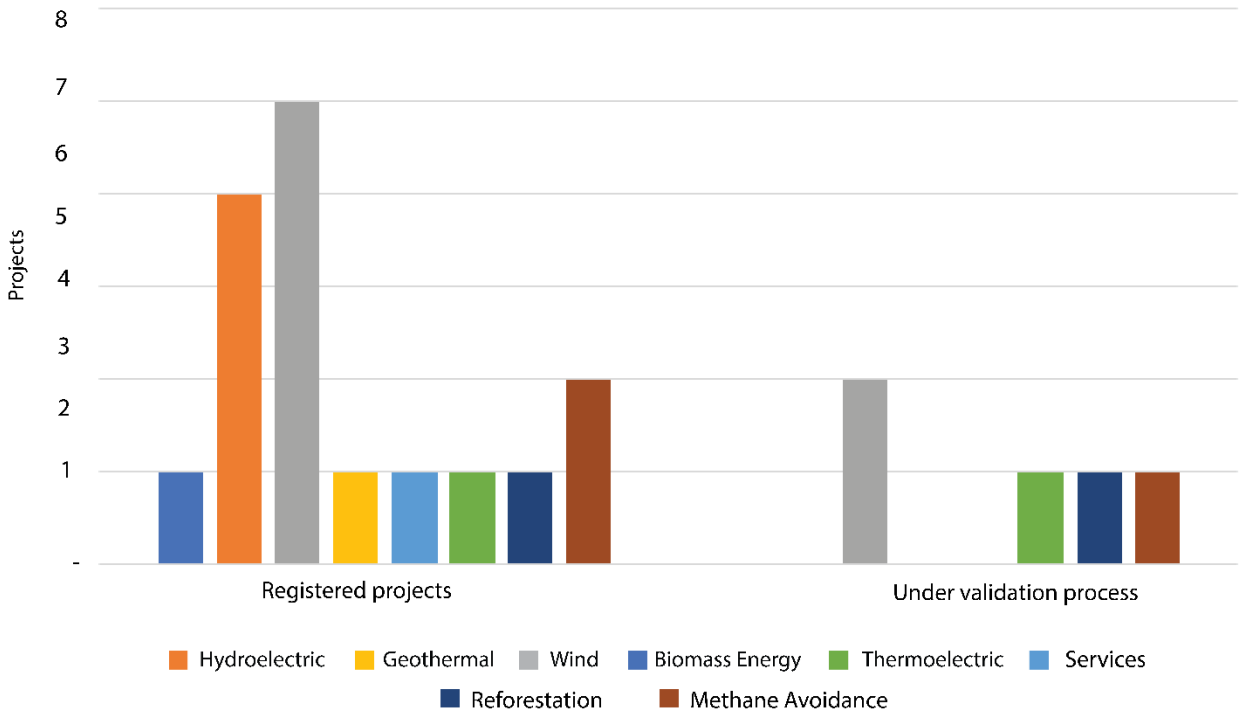


Figure ES2. CDM Project Portfolio – Nicaragua

Source: Self made.

Chapter 4. Vulnerability due to climate crisis

According to the Global Climate Risk Index (Germanwatch , 2017), Nicaragua is historically (1996-2015) among the five countries most exposed and most vulnerable in the world to extreme weather events, a condition that is confirmed when the losses and damages caused in the country due to its impacts: during the reporting period, the most important losses and damages correspond to those caused by Hurricane Mitch (1998), Hurricane Félix (2007) and Tropical Depression 12E (2011).

Nicaragua has proposed at several different multilateral fora that to classify Central America and the Caribbean as regions highly vulnerable to extreme climate events, considering the frequency and intensity of these in the past few decades, together with the conditions of structural inequality which affect the region and render it highly sensitive to the impacts of climate change. In addition, Nicaragua has advocated the position that countries which are vulnerable for climate-related reasons must not be viewed as threats to the security of other states, and that “climate vulnerability” cannot be considered a justification for political or military intervention against states which are more sensitive to the impacts of climate change.

In the context of Nicaragua's high level of vulnerability to climate change, significant technical and financial efforts are being made to gradually increase national capacities to more accurately evaluate the risks faced by its territory, the economy, the population, and its livelihoods, as well as to promote policies, plans and projects aimed at strengthening adaptive capacity and resilience to the impacts of extreme climate events.

The assessment takes for its point of departure a baseline territorial analysis of the country, prepared with a holistic and systemic approach as the technical-scientific foundation by which to assess the vulnerability of the national territorial system.

To that end, the threats and/or susceptibilities that affect the territorial system were identified and mapped, specifically those that are exacerbated by changes in climate variability patterns and the rise in global temperatures. The threats analyzed were excessive rainfall and meteorological droughts; susceptibilities included hurricanes, floods, increased sea levels and landslides.

At the national level, a total of 2,506 communities were identified with a level of global vulnerability between high and very high. Of these, 18.58% correspond to communities that present a very high level of vulnerability and 31.95% to communities with a high level of vulnerability.

Communities with high and very high global vulnerability are distributed in the Pacific zone in the El Viejo, Chichigalpa , Chinandega and Corinto municipalities of the Chinandega department; in the municipalities of León, La Paz Centro and Telica in the department of León; in the municipalities of Puerto Morazán, Somotillo, Cinco Pinos, Santo Tomás del Norte, San Pedro del Norte and San Francisco del Norte in the department of Chinandega; and, in the Quezalguaque, El Jicaral and Larreynaga municipalities of the León department.

In the central Pacific zone in the Nagarote municipality of the León department; in the municipalities of Villa El Carmen, San Rafael del Sur, Managua, Mateare and El Crucero in the department of Managua; in the Nindirí municipality of the Masaya department; in the Santa Teresa municipality of the Carazo department; in the municipality Granada; in the San Francisco Libre and Tipitapa municipalities of the Managua department.

In the southern Pacific zone in the municipalities of Moyogalpa, Altagracia, Tola, and San Juan del Sur in the Rivas department; (subzone 3B) the municipalities of Juigalpa and Acoyapa in the department of Chontales; in the Morrito, San Miguelito and San Carlos municipalities of the Río San Juan department.

In the central northwest zone in the departments of Nueva Segovia, Madriz, Estelí, west center of Jinotega and Matagalpa; and, in the departments Boaco, Chontales; in the

Waspam, Bonanza, Siuna , Waslala and Mulukukú municipalities of the RACCN; and, in the Bocana de Paiwas municipality of the RACCS.

In the northern Caribbean zone in the Waspam, Puerto Cabezas and Prinzapolka municipalities of the RACCN; and the mouth of the Río Grande of the RACCS. In the central Caribbean zone in the Waspam, Rosita and Prinzapolka municipalities of the RACCN; in the municipalities of El Tortuguero, Laguna de Perlas, Kukra Hill, El Rama and Bluefields of the RACCS. In the southern Caribbean zone in the municipalities of El Almendro, El Castillo and San Juan de Nicaragua in the department of Río San Juan; and Nueva Guinea and Bluefields of the RACCS.

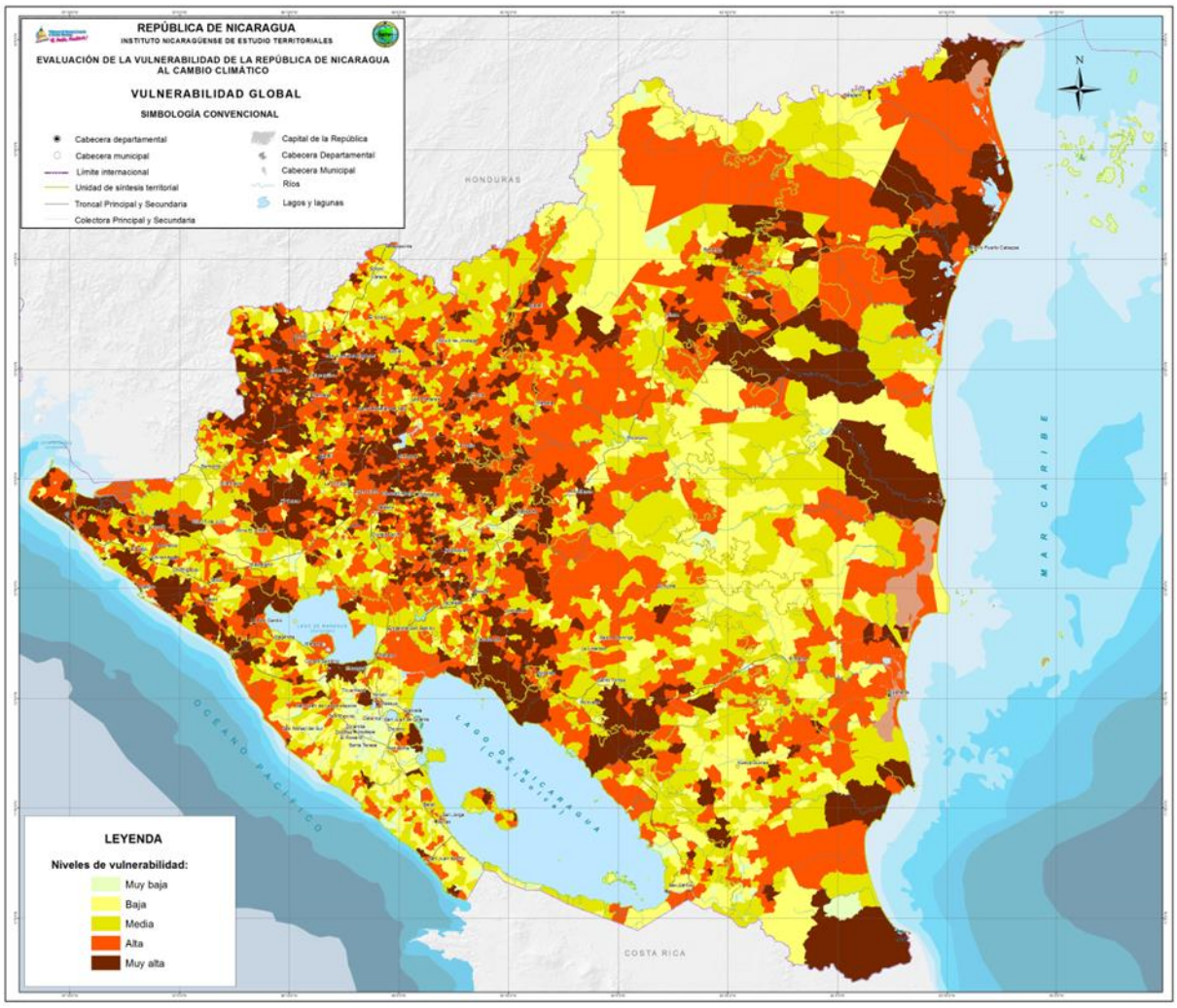


Figure ES3. Global vulnerability in the national territory

Source: Self made.

The analysis and results of the vulnerability assessment is not prospective in nature, nor does it describe vulnerability scenarios based on future climate forecasts. While this constitutes a limitation in terms of its scope, it is nonetheless the first approach to climate vulnerability undertaken in Nicaragua at a nationwide scale. It was formulated under a process that served to enhance capacities among institutional actors, keyed to improving productivity, management, and analysis of the information available on the climate and its impacts.

In this context, this process highlighted the need to strengthen the national cartographic information systems with their updated and systematized databases, so that adequate information is available to deepen future vulnerability analyzes. It is necessary to strengthen national capacities to develop updated studies and cartography of the main climatic threats that affect the national territory (hurricanes, floods, sea level rise and landslides), in order to reduce uncertainty in vulnerability analyzes.

Chapter 5. Loss and damage

According to the Global Climate Risk Index (Germanwatch, 2017), Nicaragua is historically (1996-2015) among the five countries most exposed and most vulnerable in the world to extreme weather events, a condition that is confirmed when the losses and damages caused in the country due to its impacts.

In this chapter, a first approximation of the main economic losses and damages caused by the effects of extreme hydrometeorological phenomena is presented. For this, the Loss and Damage Assessment (DaLa) methodology developed by ECLAC was used, which considers the following criteria: 10 or more people dead, 100 or more people affected, declaration of a state of emergency and request for international assistance.

In the period 2000-2020, there are 38 events registered in the International Disaster Database (EM-DAT, for its acronym in English), however, only 17 meet the evaluation criteria required by DaLa.

The results indicate that the most important P&D recorded correspond to the events: Hurricane Mitch (1998), Hurricanes Eta and Iota (2020), Hurricane Félix (2007), Hurricane Otto (2016) and Tropical Depression 12E (2011), as described Observe in Table RE2. These events generated a considerable economic and social impact, both in material losses and in human lives.

Drought events also represent significant R&D (around $50 million) and are probably underestimated due to lack of information and less visible long-term effects (malnutrition, increased food costs, etc).

Non-economic losses for the most part far outweigh economic losses and damages. However, little information was found in this regard, for this reason, it was not considered in this first P&D evaluation exercise.

Table ES2. Valuation of losses and damages due to climatic events

Year	Type of event	Event name	Total (US$)
1998	Hurricane	Mitch	1,262,700,000.00
2001	Drought	-	49,976,680
2001	Hurricane	Michelle	1,462,000
2002	Flood	-	3,823,707
2005	Storm	Beta	26,725,830
2007	Hurricane	Felix	1,010,961,050
2008	Flood	Alma/ Tropical Depression 16	7,590,968
2009	Hurricane	Ida	7,254,870
2010	Flood	Agatha	4,506,931
2010	Storm	Mathew	60,000
2011	Flood	Tropical Depression 12E	445,363,068
2014	Drought	-	50,686,853
2016	Hurricane	Otto	300,141,064.12
2017	Storm	Tropical depression'16/Hurricane 'Nate'	522,456.00
2018	Drought and Flood	-	46,973,885.00
2019	Drough	-	15,609,775.00
2020	Hurricane	Eta y Iota	995,041,439.00

Source: Self-made.

Due to this, Nicaragua has proposed in different multilateral forums the need to declare Central America and the Caribbean as regions highly vulnerable to extreme weather events; considering the frequency and intensity of these events in recent decades and the conditions of structural inequality that follow them and that reinforce their sensitivity to the impacts of climate change. In addition, it defends the position of avoiding considering climate-vulnerable States as threats to the security of other States, nor "climate vulnerability" as a justification for political or military intervention against States that are most sensitive to the impacts of climate change.

Chapter 6. Advances in adaptation to climate change

Climate change adaptation policies must contribute to the fight against poverty and sustainable human development. Likewise, they must prepare a society with a greater capacity to respond to the impacts of climate change, more aware and responsible in the face of this challenge; facilitating the reduction of the vulnerability of human and natural systems exposed to climate changes.

GRUN currently implements programmes and projects that progressively increase national capacities to promote an effective adaptation strategy. However, it is necessary to design and execute a National Adaptation Plan that proposes a medium- and long-term roadmap aimed at reducing climate vulnerability.

Adaptation to climate change is one of the main lines for the fulfillment of the vision expressed in the Nicaraguan policy instruments that guide the management of climate change. For Nicaragua, climate action in general and climate change adaptation policies must contribute to the fight against poverty and sustainable human development and prepare a society with greater response capacity and resilience to the impacts of climate change. more conscious and responsible in the face of this challenge and should promote the reduction of the vulnerability of human and natural systems exposed to climate change.

While there are in place some important national policies, programmes, and projects, financed mainly with resources made available by international cooperation, which gradually increase national capacities to promote an effective adaptation strategy, Nicaragua still needs to design and implement a National Climate Change Adaptation Plan that puts forth a medium- and long-term road map geared towards reducing climate vulnerability.

Likewise, it is necessary to develop a national monitoring and evaluation system for climate change adaptation that allows for pertinent and timely information regarding the results and impacts of the adaptation actions implemented in Nicaragua. This will strengthen evidence-based public decision-making for climate change adaptation and improve the reports delivered to the UNFCCC.

This chapter contains a summary of the country framework governing climate change adaptation management. It describes the main policy instruments, projects underway and projects planned during the period from 2010 to 2015, all of which bear witness to Nicaragua’s efforts to advance steadily in its climate change adaptation management by mainstreaming strategies into its human development and poverty reduction policies.

Chapter 7. Barriers, needs, opportunities and the support received for climate change management

The last chapter of Nicaragua's Fourth National Communication includes information on the constraints, needs and financial, technical, and capacity-related opportunities that were identified simultaneously during the formulation of the Communication. As per the instructions set forth in the User Manual for Guidelines on National Communications, this chapter gathers and analyses information pertinent to the needs for climate change management in Nicaragua, as reported for the 2010-2015 period, and gathered from interviews with key informants and secondary sources.

The systematized information is organized in frameworks containing six components associated to the identified constraints and needs: (1) Monitoring, Reporting and Verification System (Comprehensive MRV); (2) Clean Development Mechanism; (3) Mitigation Measures; (4) Greenhouse Gas Inventory; (5) Information and systematic observation of the climate, climate risks and vulnerability; and (6) Adaptation to Climate Change. Each of these is classified by constraints and needs as to financing, technology, and capacities.

In addition, there is information on the external financing received for purposes of climate change management over the 2010-2015 period. To prepare this section, information gathered from Official Foreign Cooperation Reports (ICOE, acronym in Spanish) published by the Nicaraguan Central Bank for the years covered in the report (2010-2015) was analyzed. The publication of these reports began in 2007, for the purpose of showing finance flows related to the disbursement of loans and donations the country receives from official foreign cooperation agencies. The type of cooperation included in this document refers exclusively to flows made available by foreign governments or their official agencies that are earmarked for Nicaragua, whether bilaterally or by way of multilateral institutions. ICOE display detailed information (at project level) of disbursements made of loans and donations to the public sector, as well as donations for the private sector.

To carry out this analysis a database was created that includes variables that allow to visualize the sources of financing, the allocation of the funds and the amounts of support received specifically for projects related to climate change management. The results of the analysis are as follows:

- During the 2010-2015 period, official external cooperation for climate change management reached US$335.9 million distributed in 99 projects, which represent 4.49% of the total registered during the 2010-2015 period.

- The most important sums in budgetary terms were received between the years 2013 and 2015, with 2014 being the year in which the most significant disbursements were made (US$ 90.1 million).
- Within the climate budget, mitigation is the item line receiving the most external resources (68.50%), followed by adaptation (18.64%), disaster risk management (12.65%) and capacity building (0.21%). The flow of resources for use in mitigation is distributed particularly to renewable energy generation projects.
- Foreign cooperation was made available almost in its entirety to public sector projects, which indicates that the initiative for climate management in the period of reference came overwhelmingly from government entities.
- As to resource modality, US$ 201 million of the overall official foreign cooperation were loans (59.84%), while US$ 134.9 million were donations (40.16%).
- By source of financing, US$ 241.3 million of the overall official foreign cooperation were provided by multilateral sources; the remaining US$ 94.6 million came from bilateral sources (28.16%).

Antecedentes de la preparación de la Cuarta Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de Nicaragua

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) es el acuerdo multilateral internacional que guía las acciones sobre cambio climático de los 192 Estados que lo han ratificado. Uno de los compromisos adquiridos por los países en el marco de la CMNUCC es la elaboración de Comunicaciones Nacionales, a través de las cuales los Estados deben informar periódicamente a la Conferencia de las Partes (COP) sobre sus fuentes de emisión y absorción de Gases de Efecto Invernadero (GEI), las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático desarrolladas y cualquier otra información que consideren relevante para el logro de los objetivos de la Convención.

Durante la COP, celebrada en Nueva Delhi en 2012 (COP8), se decidió que los países en desarrollo, agrupados en las Partes No Incluidas en el Anexo I (PNAI), deben utilizar directrices generadas por dicha Conferencia, para la preparación de documentos de reporte sobre las acciones emprendidas, para lograr los compromisos de la Convención.

Estos documentos de reporte se conocen como Comunicaciones Nacionales y toman en cuenta las prioridades, objetivos y circunstancias nacionales en materia de desarrollo.

Con la ratificación de la CMNUCC por parte de Nicaragua en 1996, se marca el inicio y evolución de las políticas públicas para abordar el tema de cambio climático y se crea un marco político que considera respuestas de mitigación y adaptación a nivel nacional.

En el proceso de formulación de la Cuarta Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de Nicaragua (en adelante Cuarta Comunicación) coinciden la emergencia de la crisis climática que enfrenta el planeta y la pandemia por COVID-19. Ambas crisis, evidencian, tanto las brechas reales e históricas entre el norte y el sur, como las condiciones que se replican al interior de los países, debido a las desigualdades estructurales que caracterizan particularmente a las sociedades latinoamericanas, donde los grupos de ingresos altos son los que causan más emisiones de GEI y amplían la brecha de inequidad en la atención de la pandemia, debido a modelos sanitarios privatizados donde el tratamiento de la COVID-19 se cubre con los ingresos de los hogares.

El artículo 4, párrafo 1 y el artículo 12, párrafo 1 de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, 1994), establecen que cada Parte informe a la COP sobre sus fuentes de emisión y absorción por sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal (Inventarios de Gases de Efecto Invernadero), programas nacionales, o donde sea apropiado regionales, que contengan medidas para mitigar y facilitar la adecuada adaptación al cambio climático (descripción general de pasos previstos o adoptados por la Parte para aplicar la

Convención) y cualquier otra información que la Parte considere relevante para el logro del objetivo de la Convención.

Las directrices para la preparación de las comunicaciones iniciales fueron adoptadas por la COP en su segunda sesión, mediante la decisión 10/CP.2. En su quinta sesión, la COP inició el proceso de revisión de directrices. Las directrices de la CMNUCC adoptadas por la COP en su octava sesión, mediante decisión 17/CP.8, son el resultado de ese proceso.

Tanto los países del Anexo I como los del No-Anexo I, preparan las Comunicaciones Nacionales, con un nivel de detalle y periodicidad, y bajo exigencias distintas, según el grupo al que pertenecen. Los países del No-Anexo I deben presentar sus Comunicaciones Nacionales cada cuatro años o cuando dispongan de fondos para hacerlo.

En cumplimiento de los compromisos como Estado signatario de la CMNUCC, Nicaragua ha reportado tres Comunicaciones Nacionales, en los años 2001, 2011, 2018 respectivamente.

Tabla 1. Comunicaciones Nacionales de Nicaragua

Reportes presentados	Período reportado	Remitido a CMNUCC
• Primera Comunicación Nacional ante CMNUCC • 1er INGEI (IPCC 1996)	1996	25/julio/2001
• Segunda Comunicación Nacional ante CMNUCC • 2do INGEI (IPCC 1996)	2000	22/junio/2011
• Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático • 3er INGEI (IPCC 2006)	2000, 2005 y 2010	30/agosto/2018

Fuente: Elaboración propia.

Alcance de la Cuarta Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de Nicaragua

La preparación de la Cuarta Comunicación inició en junio 2021, y tuvo una duración aproximada de 18 meses. A este período de tiempo se añade una fase de creación de capacidades sobre el reporte por parte del equipo técnico a cargo.

La información reportada en la Cuarta Comunicación comprende el período de 2010-2015 y forma parte del proceso de actualización de la Tercera Comunicación Nacional de Nicaragua. No obstante, debido a brechas existentes en la gestión de la información, los datos reportados en las Circunstancias Nacionales pueden variar temporalmente en función de su disponibilidad.

El desarrollo de la Cuarta Comunicación inicia con la identificación de las prioridades e intereses nacionales del país, basada en una visión estratégica nacional de desarrollo y la problemática del cambio climático plasmada en los instrumentos de planificación nacional: Plan Nacional de Desarrollo Humano (PNDH) 2008-2012 y su actualización (2009), Plan Nacional de Desarrollo Humano 2012-2016, el Plan Nacional de Desarrollo Humano 2018-2021, el Plan Nacional de Lucha contra la Pobreza y para el Desarrollo Humano (PNLCP-DH) 2021-2026 y los instrumentos de gestión del cambio climático vigentes durante el período que cubre el reporte (2010-2015) y durante el período de preparación de la misma (2019-2022) (Gobierno de Nicaragua, 2009, 2012, 2018a, 2021a).

Merece particular atención y análisis para la contextualización del presente reporte, el Primer Examen Nacional Voluntario sobre la implementación de la Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para el período 2007-2020, presentado por el Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional (GRUN) a la comunidad de las Naciones Unidas durante el Segmento Ministerial del Foro Político de Alto Nivel del Consejo Económico y Social, desarrollado en el mes de julio 2021 (Gobierno de Nicaragua, 2021b).

La Cuarta Comunicación se desarrolla a partir del Proyecto “Habilitación de la preparación de la Cuarta Comunicación Nacional de Nicaragua y el Primer Informe Bienal de Actualización a la CMNUCC”, financiado con recursos Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF, por sus siglas en inglés) y ejecutado en un primer momento (2019-2021) por el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA) y en un segundo momento por la Secretaría de Cambio Climático de la Presidencia de República de la República (SCCP) (2021-2022). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) actúa como la Agencia Implementadora del Fondo Mundial del Medio Ambiente (GEF, por sus siglas en inglés).

En este contexto, la formulación de la Cuarta Comunicación responde a un proceso continuo de fortalecimiento de capacidades, desarrollado en dos vías:

- Impulsar la gestión del cambio climático en Nicaragua basada en la mejor evidencia técnica y científica disponible, para lo cual aún se requiere reducir las brechas de gestión de la información, la construcción de una métrica suficiente, pertinente, permanente y robusta, los arreglos institucionales para el monitoreo y evaluación de la gestión climática, adecuados a las circunstancias nacionales.
- La continuidad y sostenibilidad de los procesos de formulación de los reportes nacionales, a partir de la movilización de financiamiento climático que permitan a Nicaragua avanzar en la implementación del "paquete de reglas del Marco de Transparencia Reforzado", para la presentación de su Primer Reporte Bienal de Transparencia (BTR, por sus siglas en inglés), considerando como período de transición, la formulación del Primer Reporte Bienal de Actualización (BUR, por sus siglas en inglés).

En este contexto, la Cuarta Comunicación, además de constituir un compromiso frente a la CMNUCC, se considera un proceso de aprendizaje en el contexto del fortalecimiento de capacidades nacionales, para una eficaz gestión del cambio climático en Nicaragua.

Arreglos Institucionales para la elaboración de la Cuarta Comunicación Nacional sobre Cambio Climático

Esta sección describe los arreglos institucionales que han permitido una efectiva preparación de la Cuarta Comunicación en general, y del Cuarto INGEI de Nicaragua.

Los arreglos institucionales para la implementación del proyecto “Habilitación de la preparación de la Cuarta Comunicación Nacional de Nicaragua y el Primer Informe Bienal de Actualización a la CMNUCC”, coordinado actualmente por la Secretaría de Cambio Climático de la Presidencia con el apoyo de la FAO, como Agencia Implementadora del GEF, se diseñaron para impulsar una plataforma de coordinación para la formulación del reporte, sobre la base de los acuerdos entre instituciones con atribuciones, para la gestión del cambio climático, en miras de optimizar los mecanismos de coordinación ya existentes y fortalecer las capacidades técnicas nacionales, para elaborar los reportes bajo el “paquete de reglas” del Marco de Transparencia Reforzado (MTR).

El modelo de gestión antes descrito se articula a la institucionalidad del cambio climático impulsada en el país. Durante el proceso de formulación del presente reporte, el GRUN creó la Secretaría de Cambio Climático de la Presidencia (SCCP) mediante el Decreto Presidencial N°06-2021, publicado en La Gaceta, Diario Oficial N°84 del 10 de mayo de 2021.

Posteriormente, se crea el Sistema Nacional de Gestión del Cambio Climático mediante el Decreto Presidencial N°15-2021, “De Creación del Sistema Nacional de Gestión del Cambio Climático y Establecimiento de los Principios y Lineamientos de La Política Nacional de Cambio Climático”, publicado en La Gaceta, Diario Oficial N°120 del 30 de junio de 2021, el cual es sucesor sin solución de continuidad del Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático, creado por el Decreto Presidencial N°07-2019, publicado en La Gaceta, Diario Oficial N°27 del 11 de febrero de 2019, con el objetivo de ampliar el margen de actuación del Sistema Nacional, desde la respuesta a la gestión integral del cambio climático. La SCCP ejerce la coordinación del Sistema Nacional de Gestión del Cambio Climático.

El desafío actual de Nicaragua es sostener técnica y financieramente la formulación de los reportes comprendidos en el MTR, y en particular, definir y formalizar los arreglos institucionales y con ello el fortalecimiento de capacidades para implementar su Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de emisiones de gases de efecto invernadero y un Sistema de Monitoreo y Evaluación de la adaptación al cambio climático.

:

1 Circunstancias Nacionales

1.1. Caracterización de Nicaragua

Este capítulo presenta un panorama general de Nicaragua respecto a las características geofísicas, ambientales, climáticas, socioculturales, económicas y político institucionales del país y cómo estas inciden en la capacidad de gestionar la mitigación y adaptación al cambio climático.

La información permite enmarcar en un contexto particular y específico los resultados del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), las acciones de mitigación, sensibilidad a los impactos del cambio climático, los avances en adaptación y todo lo relacionado con la institucionalidad, el desarrollo de políticas para la gestión del cambio climático y los elementos adicionales que se deben considerar para cumplir los objetivos de la CMNUCC.

1.1.1. Perfil geográfico y climático

1.1.1.1. Características territoriales

La República de Nicaragua se encuentra en la Zona Tropical Norte, entre el Ecuador y el Trópico de Cáncer en el hemisferio norte, entre los 10º y 15º 45’ Norte y los 79º30’ y 88º de longitud Oeste, en el istmo centroamericano, el cual forma un puente que une al Norte y Sur de América, separando a su vez el Océano Pacífico del Mar Caribe. Limita al Norte con Honduras, al Sur con Costa Rica, al Oeste con el Océano Pacífico y al Este con el Mar Caribe.

El territorio nicaragüense tiene la forma de un trapecio irregular (Figura 1), con una superficie total de 130,327.9 km^2; de los cuales 120,293.7 km^2 son tierra firme, 471.9 km^2 territorio insular, 10,407.6 km^2 lagos y lagunas, y 148 km^2 cumbres montañosas de más de 1,000 msnm. Administrativamente se divide en 15 departamentos y dos Regiones Autónomas en la Costa Caribe (que incluye dos zonas de administración territorial especial). A su vez, se divide en 153 municipios, cuyas extensiones territoriales varían desde 2.62 km^2 (municipio Dolores del departamento de Carazo), hasta 8,947.41 km^2 (municipio Waspam de la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte) (Gobierno de Nicaragua, 2018).

Figura 1. División política administrativa de Nicaragua

Fuente: INETER, 2022b.

Las elevaciones en el territorio nacional oscilan entre 0 y 2,107 msnm, siendo el 63% de la superficie terrestre de Nicaragua plana o ligeramente ondulada y el 17% alcanza alturas entre 501 a más de 1,500 msnm. Fisiográficamente el país se encuentra subdividido en tres macro regiones (Figura 2).

Figura 2. Macro regiones de Nicaragua

Fuente: MARENA, 2021.

La Región Pacífico: comprende una extensa llanura que se encuentra paralela a la costa litoral y abarca los dos grandes lagos del país: el Lago Cocibolca o de Nicaragua y el Lago Xolotlán o de Managua. En esta región se ubica la Cadena Volcánica de los Maribios, donde actualmente existen volcanes activos: el San Cristóbal, Telica, Cerro Negro, Momotombo, Masaya y Concepción. Esta zona presenta una red de drenaje poco desarrollada, con ríos torrenciales cortos que descargan hacia el mar y hacia los lagos; en la estación de estiaje, algunos de estos ríos se secan y otros mantienen su caudal debido al aporte recibido de aguas subterráneas. En esta región se encuentran los suelos más fértiles del país, gracias a las cenizas volcánicas depositadas en las llanuras adyacentes, lo que permite el mayor desarrollo agropecuario, económico y de comunicación de Nicaragua; también es donde se registra la mayor concentración poblacional y las principales ciudades.

La Región Central: está compuesta por una zona geomorfológica llamada Tierras Altas, ubicada en la franja central del territorio que conforma el escudo montañoso, formado por la antigua meseta volcánica, muy erosionada y fracturada. Se caracteriza por su relieve accidentado, pequeños valles ultramontanos con elevaciones que oscilan entre los 1,500 - 2,000 msnm, por donde drenan los principales ríos hacia el Mar Caribe,

Océano Pacífico y/o lagos. La densidad poblacional de esta región es media y con un desarrollo económico considerable gracias a la actividad ganadera, cafetalera y tabacalera, extendiéndose hasta las bajuras del Caribe.

La Región Caribe: corresponde geomorfológicamente a la planicie costera del caribe, constituida por una amplia llanura aluvial que desciende gradualmente del sistema montañoso central hasta disiparse junto al litoral. Presenta un relieve uniforme, sin grandes accidentes topográficos, que va fuertemente ondulado en las áreas de transición entre las estribaciones de las montañas y muy plano cerca del mar. Por esta región surcan numerosos ríos y son los más largos del país, los cuales escurren predominantemente en dirección sureste, sin descargar directamente al mar; unos desembocan en lagunas litorales y otros son desviados hacia el sur, por bancos de arena que cierran su desembocadura directa al mar. En el extremo norte de la Región, se observa una llanura de áreas cuarzosas cubiertas por Pino Caribe, así como una gran extensión de bosques húmedos. El litoral se caracteriza por poseer humedales, deltas, lagunas costeras y barreras de litorales.

1.1.1.2. Características climáticas

Considerando el estudio “Evaluación de la vulnerabilidad territorial de la República de Nicaragua al cambio climático 2022”, elaborado por el Instituto Nacional de Estudios Territoriales (INETER) en el año 2022, a continuación, se describen las características climáticas del país.

Controladores del clima en Nicaragua

Los principales controladores del clima en Nicaragua están dados por los sistemas de bajas presiones que se desarrollan en el Mar Caribe, dando paso a la formación de ciclones tropicales. Además, se encuentra la variabilidad climática marcada por el evento El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), así como, las características físicas y topográficas del país.

En la Región Pacífico, de noviembre a abril se reducen las precipitaciones y de mayo a octubre, se concentra el período húmedo, donde se desarrollan los principales eventos climáticos, debido a la alta variabilidad de la precipitación sinóptica por incidencia de las perturbaciones climáticas transitorias en América Central y las zonas de las aguas adyacentes. En este proceso, influyen los desplazamientos meridionales de la zona de convergencia intertropical, huracanes, tormentas y depresiones tropicales, así como, ondas del este.

En el centro montañoso y planicies del Caribe, se observa un régimen de precipitación casi todo el año (principalmente en la franja costera y sur), que disminuye en los meses de febrero, marzo y abril. Estas regiones son favorecidas por los vientos alisios y los eventos tropicales que provienen del Mar Caribe, con gran cantidad de humedad. En referencia al comportamiento de las temperaturas, varían de una región a otra sin mucha diferencia, llegándose a registrar los valores más bajos en la zona montañosa del centro y los valores más altos, en la franja del pacífico nicaragüense (Figura 3).

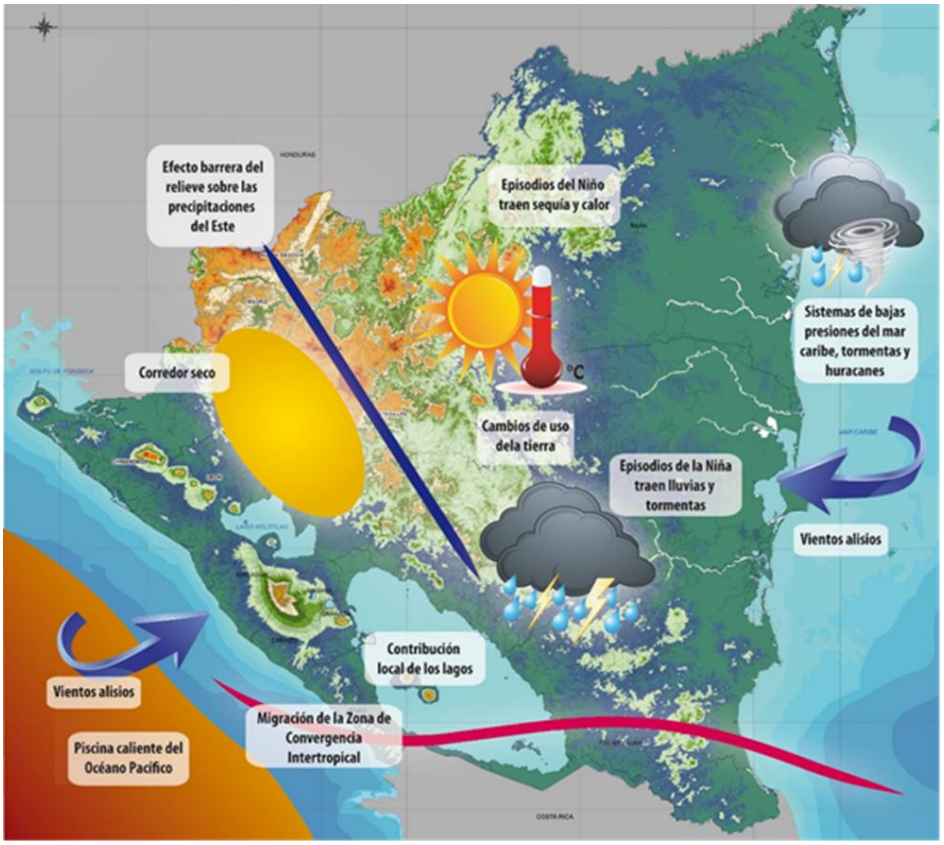


Figura 3. Controladores climáticos de Nicaragua

Fuente: INETER, s,f.

Según la Clasificación Climática de Köppen (INETER, 2014a), Nicaragua presenta un clima tropical, con un comportamiento particular, según la zona del país.

En el Pacífico nicaragüense y gran parte de la región centro-norte, predomina un clima caliente subhúmedo con lluvias de veranos; con estación seca que va de noviembre a abril y estación lluviosa, que va de mayo a octubre.

En las llanuras, desde el sector este del municipio Boca de Sábalo, hacia la franja costera del Mar Caribe y un pequeño núcleo del sur del Lago de Nicaragua, se encuentra un clima monzónico, con un período lluvioso que dura de nueve a diez meses, siendo marzo

y abril los de menor lluvia. En el sureste de la Costa Caribe Sur y departamento Río San Juan, se evidencia un clima caliente y húmedo con lluvia todo el año, siendo marzo y abril cuando menos llueve.

En el municipio de Sébaco, del departamento de Matagalpa y parte del departamento de Madriz, se registra un clima seco y árido con una estación seca muy severa con precipitaciones mínimas de 600 mm. En la parte alta del departamento Nueva Segovia sobre la cordillera de Dipilto y municipio San Sebastián de Yalí, existe un clima con régimen de lluvia intermedio. Por último, existen zonas de transición de un clima a otro, donde el comportamiento de temperatura y precipitación son similares todo el año.

Variables climáticas

Precipitación media anual

En relación con la distribución de la precipitación media anual, esta disminuye de Este a Oeste, con una distribución irregular y con rangos que oscilan entre los 600 mm a los 6,000 mm.

En los departamentos ubicados en el Pacífico, la precipitación media anual predominante oscila entre los 1,000 mm a 1,400 mm (1,556 comunidades), a excepción de un sector de Chinandega, donde la precipitación va de 1,800 mm a 2,000 mm (131 comunidades) y parte de Granada, donde se registran valores de 2,000 mm (14 comunidades) y 800 mm (2 comunidades).

En los departamentos localizados en el centro, predominan valores de 1,000 mm a 1,800 mm (2,433 comunidades), a excepción de parte del territorio de Madriz, Nueva Segovia, Estelí y Matagalpa con valores entre los 600 mm a 800 mm (600 comunidades) y parte de Matagalpa, Boaco y Chontales que acumulan 2,000 mm (232 comunidades), en el caso de Río San Juan las precipitaciones van de 1,800 mm a 6,000 mm. En la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN) y Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS) los valores oscilan entre los 1,400 mm a 6,000 mm, predominando rangos de 2,500 mm a 4,000 mm (704 comunidades) (Figura 4).

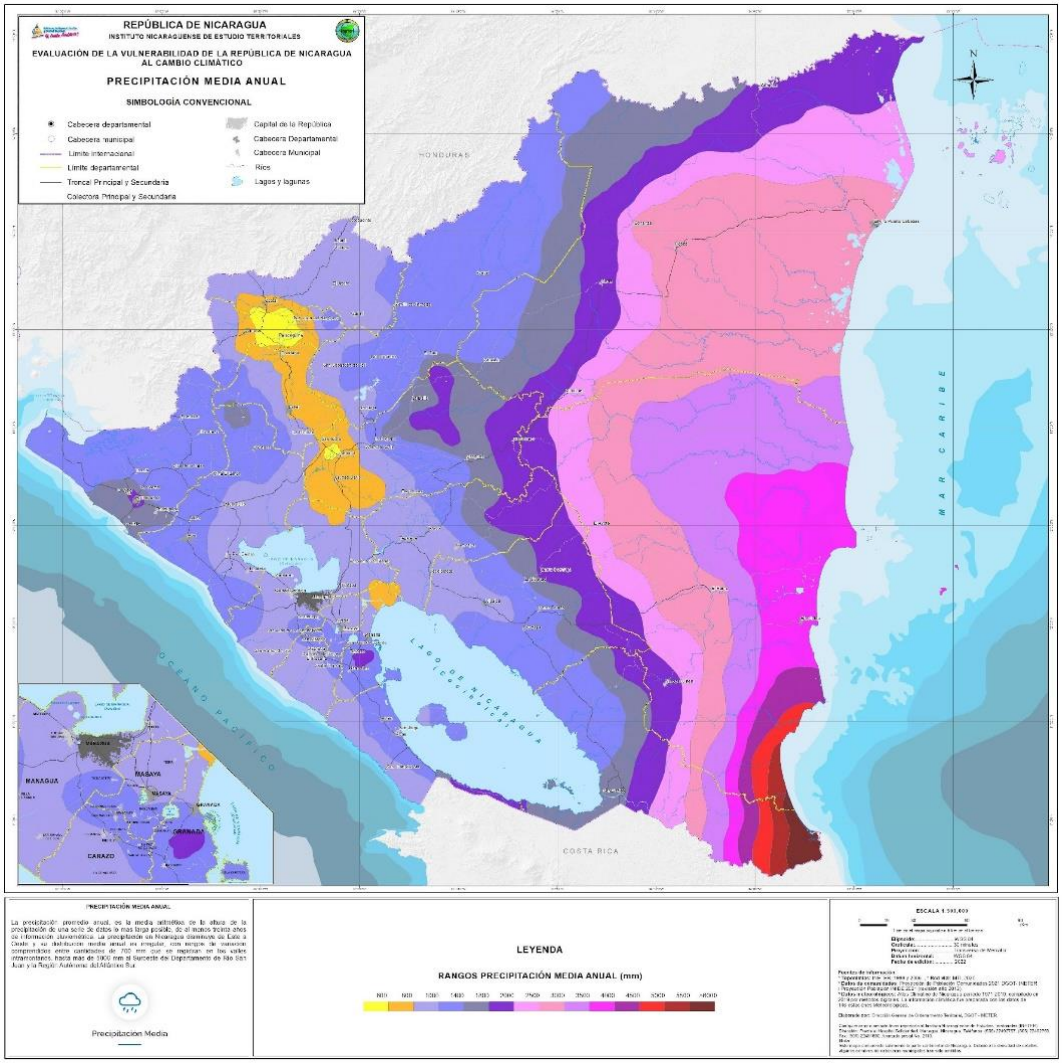


Figura 4. Precipitación media anual

Fuente: INETER, 2022b.

Temperatura media anual

Nicaragua registra una temperatura media anual que oscila entre los 18ºC y 29ºC. En los departamentos ubicados en el Pacífico, el valor predominante es de >28ºC (1,226 comunidades), a excepción de las áreas localizadas en las inmediaciones de la cadena volcánica, donde se registran temperaturas más bajas de 18ºC a 26ºC (673 comunidades) y parte de los departamentos León y Managua, con temperaturas máximas de 29ºC (34 comunidades).

En los departamentos del centro del país, las temperaturas medias descienden en la medida que se alejan del Pacífico, predominando temperaturas entre los 24ºC y 26ºC (2,563 comunidades); no obstante, los niveles más bajos de 20ºC a 22ºC se registran en

parte de los departamentos Estelí, Matagalpa, Madriz, Nueva Segovia y Jinotega (573 comunidades).

En la RACCN y la RACCS se encuentran temperaturas de 24ºC a >28ºC, predominando valores de 26ºC a >28ºC (921 comunidades) (Figura 5).

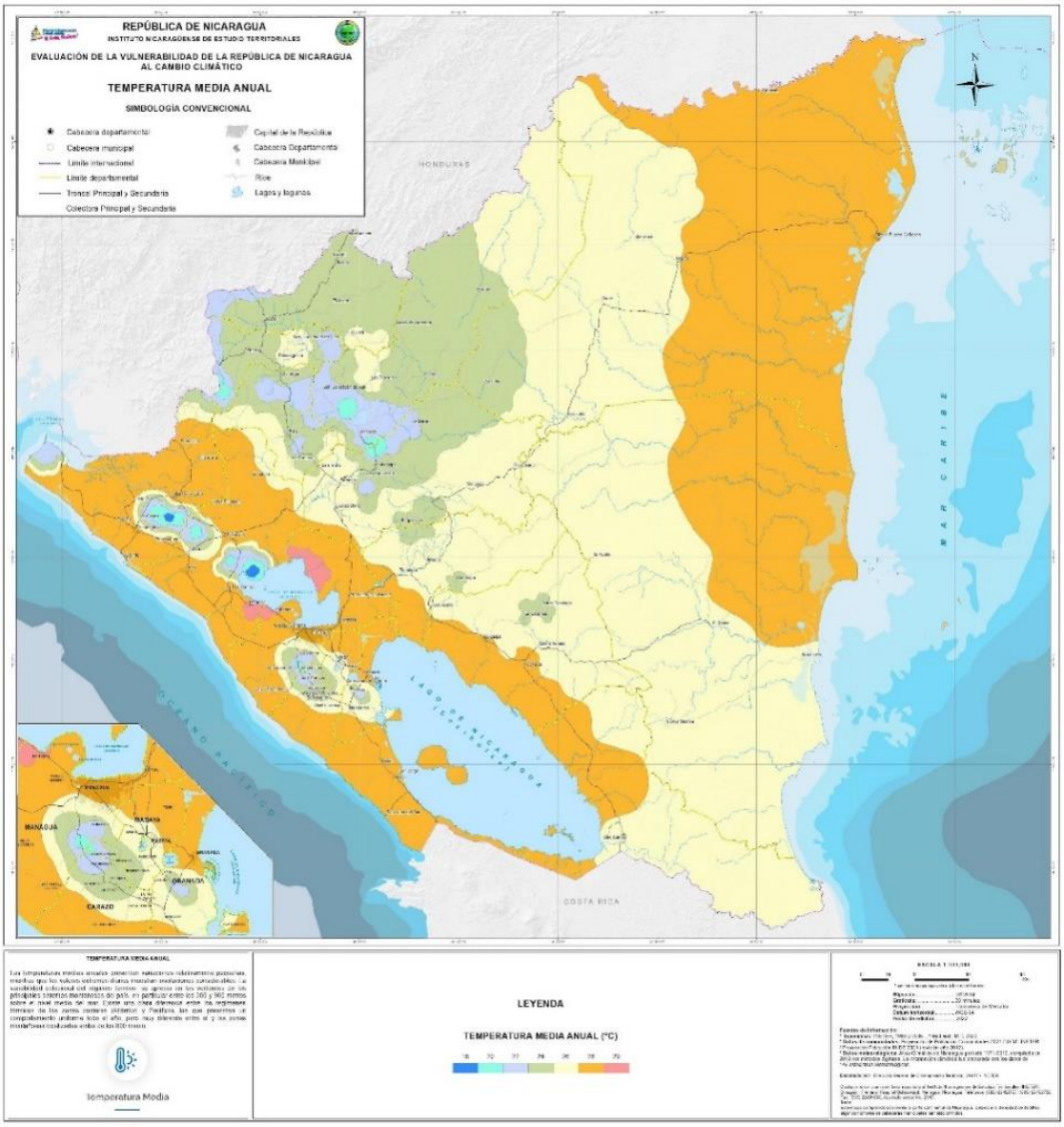


Figura 5. Temperatura media anual

Fuente: INETER, 2022b.

Temperatura media máxima y mínima

Los valores de temperatura mínima anual del territorio (Figura 6.A1) oscilan entre los 12ºC y 21ºC. En los departamentos localizados en el Pacífico, predominan valores de <20ºC a 21ºC (1,316 comunidades), a excepción de la zona de la cordillera volcánica en

donde las temperaturas descienden considerablemente al registrar de 12ºC a 18ºC (550 comunidades).

En los departamentos del centro del país, predominan temperaturas que oscilan de >18ºC a 20ºC (2,240 comunidades), llegando a registrar temperaturas mínimas de 12ºC a 16ºC (1,058 comunidades) en parte de los departamentos de Estelí, Madriz, Nueva Segovia, Jinotega y Matagalpa. En la RACCN y RACCS se registran temperaturas de 18ºC a 21ºC, predominan las de <20ºC a 21ºC (875 comunidades) (Figura 6.A1).

En cuanto a las temperaturas máximas anuales (Figura 6.A2), se registran valores que oscilan entre <26ºC y 36ºC. En los departamentos ubicados en el pacífico se acumulan los valores más altos de temperatura de todo el país con 36ºC en los departamentos Chinandega, León, parte de Managua, Granada, Carazo y Masaya (742 comunidades).

En el resto de la región, predominan temperaturas >34ºC (793 comunidades), a excepción de la cordillera volcánica, en donde se registran valores más bajos, que varían de 32ºC a <26ºC (533 comunidades). En los departamentos del centro, el valor predominante de temperatura máxima anual va de 32ºC a >34ºC (2,510 comunidades), llegando a descender a menos de 30ºC (851 comunidades), en parte de los departamentos Estelí, Madriz, Nueva Segovia, Jinotega, Matagalpa, Boaco y Chontales. En la RACCN y RACCS predominan temperaturas >32ºC (983 comunidades) (Figura 6.A2).

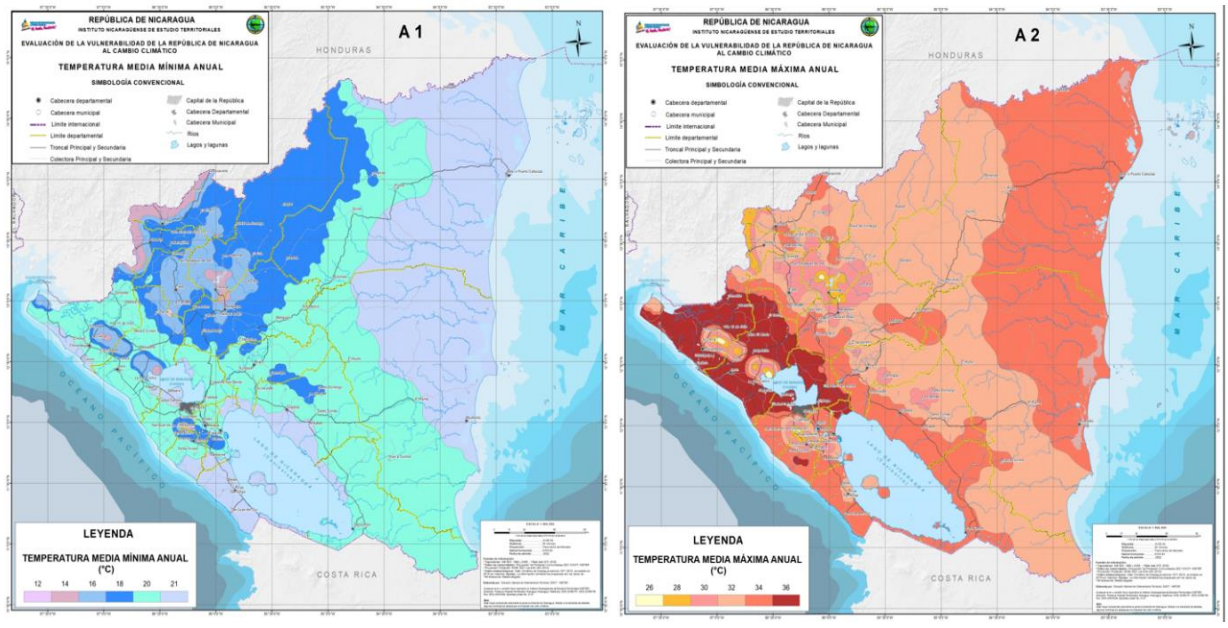


Figura 6. A1. Temperatura media mínima anual – A2. Temperatura media máxima anual

Fuente: INETER, 2022b.

Humedad relativa del aire

La humedad relativa del aire se registra entre el 65% y 90%. En los departamentos ubicados en el Pacífico, se observan valores predominantes de 70% a 75% (1,635 comunidades), a excepción de una parte de Masaya y Carazo, donde se registra un valor de humedad de 80% y el sector sureste del departamento de Rivas, con 80% a 85% (57 comunidades).

En los departamentos del centro, los valores varían de 70% a 80%, en la medida que se van acercando al Caribe (2,945 comunidades) y en Río San Juan, la humedad relativa aumenta hasta 90%. En la RACCN y RACCS los valores oscilan entre el 75% y 90%, predominando entre el 80% a 85% (946 comunidades) (Figura 7).

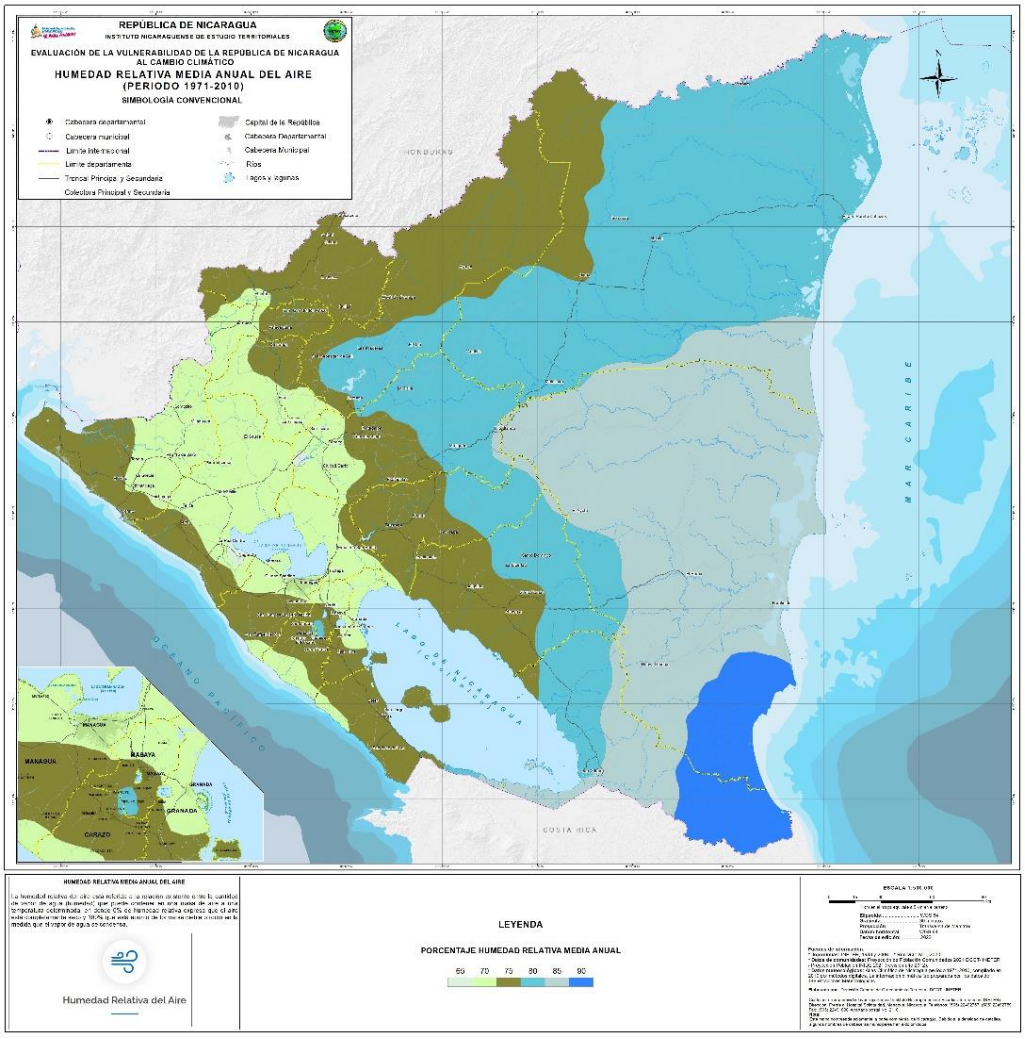


Figura 7. Humedad relativa media anual del aire (1971-2010)

Fuente: INETER, 2022b.

Influencia de la variabilidad climática en el territorio nacional

En Nicaragua, la variabilidad climática es influenciada principalmente por el evento El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). que ocurre de forma natural, llegándose a registrar fuertes procesos de sequía en las sociedades precolombinas de Centroamérica (Milán, 2012).

La variabilidad del clima está dada por las variaciones del estado medio y otras características estadísticas del clima, en todas las escalas espaciales y temporales, más amplias que los fenómenos meteorológicos (IPCC, 2014a).

El fenómeno El Niño inicia en la corriente de agua cálida, que fluye periódicamente por las costas de Ecuador y Perú. Este fenómeno influye en el viento, temperatura de la superficie del mar y las precipitaciones en la zona tropical del Pacífico, ocasionando que la Región sea frecuentemente impactada por sequías. La fase opuesta o fría de ENOS se denomina La Niña.

Según los cambios proyectados en el Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (AR5, por sus siglas en inglés) en el sistema climático, "…es *muy probable* que sean más intensos y frecuentes los episodios de precipitación extrema en la mayoría de las masas terrestres de latitud media y en las regiones tropicales húmedas a medida que vaya aumentando la temperatura media global en superficie. {GTI RRP E.2, 7.6.2, 12.4.5} (…) A nivel mundial, en todas las trayectorias de concentración representativas, es *probable* que aumente la extensión abarcada por los sistemas monzónicos, es *probable* que se intensifique la precipitación monzónica, y es *probable* que se intensifique la variabilidad de las precipitaciones relacionadas con ENOS a escalas regionales {GTI RRP E.2, 14.2, 14.4}" (IPCC, 2014a).

Para determinar la incidencia de El Niño o La Niña en Nicaragua, se calcula el Índice de Oscilación del Sur (SOI, por sus siglas en inglés), pues la fuerza de los vientos determina el flujo de las zonas de alta y baja presión atmosférica (Milán, 2012), determinando que:

- Un valor negativo del índice SOI igual o inferior a 0.5ºC y temperaturas reales por debajo de la norma histórica, indica la presencia de vientos alisios más fuertes de lo normal, prevaleciendo La Niña, que se manifiesta a través del aumento significativo de las precipitaciones.
- Un valor positivo del índice SOI igual o mayor a 0.5ºC y temperaturas reales por encima de la norma histórica, indica la presencia de vientos alisios más débiles de lo normal, prevaleciendo El Niño, que se manifiesta a través de la reducción significativa de las precipitaciones.

- Ambos eventos tienen el potencial de manifestarse siempre y cuando los registros mensuales de la región, donde se manifiesta El Niño 3.4 (5°N-5°S, 120-170°O) sean iguales o excedan +/- 0.5°C, acompañados de características atmosféricas constantes y anomalías pronosticadas para persistir por 3 meses consecutivos. En caso de registrarse valores de temperatura iguales a la norma histórica (condición neutra), no llegan a manifestarse.

Los efectos de El Niño y La Niña en Nicaragua no han sido muy documentados, sin embargo, de acuerdo con los registros de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés) de los últimos 70 años, se reconstruyó el comportamiento del índice de SOI, aportando evidencias que permiten relacionar algunos fenómenos anómalos ocurridos en el país con la presencia de ENOS (Milán, 2012):

- El proceso de cambio o inicio de una condición de El Niño a La Niña no se ha relacionado a un mes específico, ya que se han registrado casos de inicio en abril, mayo, julio y agosto.
- En el período de mayo del año 1997, hasta mayo del año 1998, los sistemas de alta presión en los océanos Atlántico y Pacífico desarrollaron un comportamiento anómalo y se inició una condición de El Niño, al registrarse un valor de SOI de 2.5. La influencia de dicho fenómeno ocasionó una condición muy severa de sequía en Nicaragua, generando afectaciones en la producción de granos básicos durante la época de primera en los cultivos de sorgo, frijol, maíz y arroz. Las pérdidas ascendieron a 20.8 millones de dólares y 290,000 personas fueron afectadas. Además de esto, la formación de viento en los niveles bajos y altos de la tropósfera favoreció la concentración significativa del humo generado por la combustión de vehículos y quema de rastrojos, bosques y basura. Este fenómeno fue más visible en el mes de abril del año1998.
- En mayo de 1998 hasta febrero de 2001, inició una condición de La Niña. Fue en este año que se formó el Huracán Mitch, que afectó toda la región centroamericana.
- En abril, mayo y junio del año 2002 al año 2003 inicia una condición de El Niño, que se extiende hasta el año 2004 y finaliza en el año 2005. Luego, en los meses de julio, agosto y septiembre del año 2006 inicia una nueva condición de El Niño, que concluye en diciembre del año 2006 y enero del año 2007.
- En agosto y septiembre del año 2007, inicia una condición de La Niña que da paso a la ocurrencia del Huracán Félix, que afectó principalmente a la RACCN. Además, ese mismo año se desarrollaron diversas tormentas que causaron

afectaciones en el noroccidente y Pacífico nicaragüense, con pérdidas y daños considerables.

- Los períodos prolongados de El Niño, como se evidencia entre los años 2002 al 2007, generan un desgaste en los ecosistemas al manifestarse la reducción de las precipitaciones acumuladas. Luego, al cambiar abruptamente a una condición de La Niña, se registra un aumento excesivo de las lluvias, generando fuertes procesos de inundación que profundizan el desequilibrio ecológico. Esto ha incidido negativamente en el desarrollo socioeconómico del país, debido a la magnitud de las pérdidas y daños.
- Los períodos de recurrencia y severidad del comportamiento de El Niño en el período de 1995-2010 han incrementado en relación con el período de 1950-1965. Lo cual coincide con lo planteado por el IPCC (2014a) en su AR5 al exponer que "…la tasa de calentamiento durante los últimos 15 años (0,05 [–0,05 a 0,15]°C por decenio, entre 1998 y 2012), que comienza con un fuerte efecto del fenómeno El Niño, es menor que la tasa registrada desde 1951 (0,12 [0,08 a 0,14]°C por decenio, entre 1951 y 2012)". Según las observaciones y probabilidades del comportamiento del clima global, así como, registros del estado del clima, el año 2010 fue uno de los más cálidos para la superficie de la tierra y el mar. Esto ocasionó que en el Ártico, la tasa de calentamiento se duplicara en comparación con otras latitudes inferiores y en el Océano Pacífico tropical y oriental se diera un proceso de enfriamiento de un 1°C desde el año 2009 al 2010, vinculándolo con la transición del final de la condición de El Niño, con el inicio de la condición de La Niña, durante los años 2010 y 2011 (Blunden, J. et. al. 2011).

Este comportamiento histórico, se ve reflejado en la Figura 8, al comparar los valores de precipitación más frecuentes en un evento de El Niño (Figura 8.A1) y un evento de La Niña (Figura 8.A2), así como, los valores de precipitación media anual de El Niño (Figura 8.B1) y La Niña (Figura 8.B2), dentro del período de análisis del año 1971 al año 2010 (Milán, 2012).

Es notoria, la reducción significativa de las precipitaciones, bajo una condición de El Niño, siendo las zonas más afectadas el Pacífico y centro norte del país. Esto incide de forma directa en la agricultura de secano, que tiene una alta dependencia de los factores climáticos, la pesca y la disminución de las reservas de agua para diversos usos. Por el contrario, ante la presencia de La Niña, el aumento significativo de las precipitaciones contribuye a la recarga de agua, destacando que el exceso puede llegar a desencadenar inundaciones, deslizamientos y pérdidas en la producción agropecuaria. Por último, resaltar la región Caribe y parte del centro este, donde los cambios en el régimen de

lluvia de un evento de El Niño a La Niña no reflejan una diferencia de precipitación significativa, debido a la influencia de las características biofísicas de la zona (Figura 8).

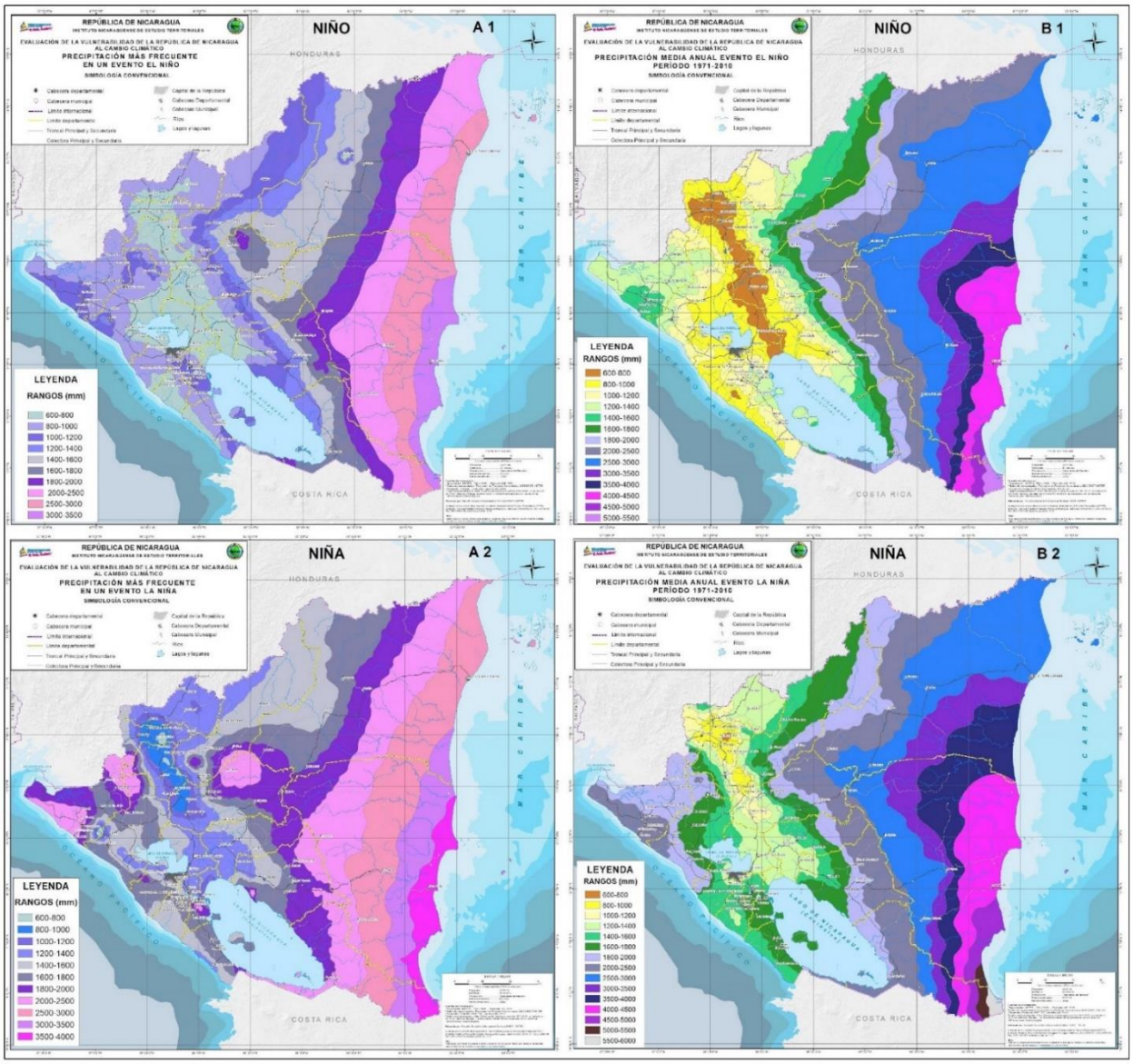


Figura 8. Comportamiento de la precipitación más frecuente y precipitación media anual del evento El Niño y La Niña para el período de 1971-2010

Fuente: INETER, 2022b.

Anomalías de temperatura

El análisis de las anomalías de temperatura tiene gran importancia, ya que permite identificar los períodos de temperatura altas, así como, la intensidad de esta anomalía climática. Esta información es fundamental para el estudio de los recursos hídricos

porque a mayor temperatura mayor evapotranspiración y demanda de agua, disminuyendo así la aportación del recurso.

Se evaluaron los datos de las estaciones meteorológicas de Ocotal, Condega, Chinandega, León y Managua; para analizar el comportamiento de la temperatura del Pacífico occidental, Pacífico central, Pacífico sur, Norte y Central.

- En la estación de Ocotal ubicada a 612 msnm, se identifica una anomalía de 2.1°C en el mes de julio durante el período 1991-2013, con respecto al período 1958-1990. Los valores de anomalías máximas de temperatura del período 1991-2013 son menores a los registrados en el período anterior a 1990.
- En la estación de Condega ubicada a 560 msnm, se identifica una anomalía de 1.8°C en el mes de julio, durante el período 1991-2013 con respecto al período 1983-1990. Los valores de anomalías máximas de temperatura del período 1991-2013 son mayores a los registrados en el período anterior a 1990.
- En la estación de Chinandega ubicada a 60 msnm, se identifica una anomalía de 1.9°C en el mes de julio, durante el período 1991-2013 con respecto al período 1971-1990. Los valores de anomalías máximas de temperatura del período 1991-2013 son menores a los registrados en el período anterior a 1990.
- En la estación de León ubicada a 60 msnm, se identifica una anomalía de 2.7°C en el mes de julio durante el período 1991-2013 con respecto al período 1974-1990. Los valores de anomalías máximas de temperatura del período 1991-2013 son mayores a los registrados, en el período anterior a 1990.
- En la estación de Managua, ubicada a 56 msnm, se identifica una anomalía de 2.2°C en el mes de julio, durante el período 1991-2013 con respecto al período 1958-1990. Los valores de anomalías máximas de temperatura del período 1991-2013 son mayores a los registrados en el período anterior a 1990.

En los resultados de estos ejercicios de anomalías se evidencia la influencia del cambio climático, en el aumento de temperatura a nivel nacional.

Anomalías de precipitación

Se evaluaron los datos de las estaciones meteorológicas de Ocotal, Condega, Chinandega, León y Managua; para analizar el comportamiento de la precipitación del Pacífico occidental, Pacífico central, Pacífico sur, Norte y Central.

- En la zona occidental del Pacífico nicaragüense, la evolución de la precipitación total anual del período del 1890 al 2011 (en serie de 11 años) evidencia una tendencia de disminución, iniciando el punto de decaimiento negativo en los años 50; además, se identifican importantes anomalías en las precipitaciones de los años 1905, 1914, 1939, 1946, 1959, 1972 y 1976 al registrarse valores negativos entre -30 y -50%.
- En la zona central del Pacífico la evolución de la precipitación total anual del período 1890 al 2010 (en serie de 10 años), refleja que es la zona del país donde más se redujeron las precipitaciones, iniciando el punto de decaimiento negativo a partir de los años 50; también, se identifican importantes anomalías en las precipitaciones de los años 1905, 1914, 1939, 1946, 1959, 1972 y 1976 al registrarse valores negativos entre -30 y -50%.
- En la zona sur del Pacífico la evolución de la precipitación total anual del período 1950 al 2010 (en serie de 10 años), evidencia una tendencia diferente a la del pacífico occidental y central, ya que se observa una ligera tendencia hacia el aumento de las precipitaciones sin muchos puntos de inflexión[1].
- En la región central o norte del país la evolución de la precipitación total anual del período 1950 al 2010 (en serie de 10 años) muestra una tendencia similar a la del Pacífico occidental y Central, sin embargo, en esta se observa una ligera tendencia de decaimiento de las precipitaciones, sin puntos de inflexión[2].

Los datos investigados permiten afirmar que, en la zona seca se viene registrando, un proceso gradual de reducción de las precipitaciones y este proceso se da con mayor fuerza en el Pacífico occidental (12%) y central (24%) de Nicaragua.

Nótese en la Figura 9, que las anomalías de precipitación negativas (déficit de lluvias), se vuelven más recurrentes a partir de los años 1970 en adelante, para cada una de las regiones del país, lo que evidencia que la situación de sequía se ha vuelto más frecuente, es decir, que se presentan en períodos más cortos de tiempo.

[1] Serie de análisis más corta.
[2] Serie de análisis más corta.

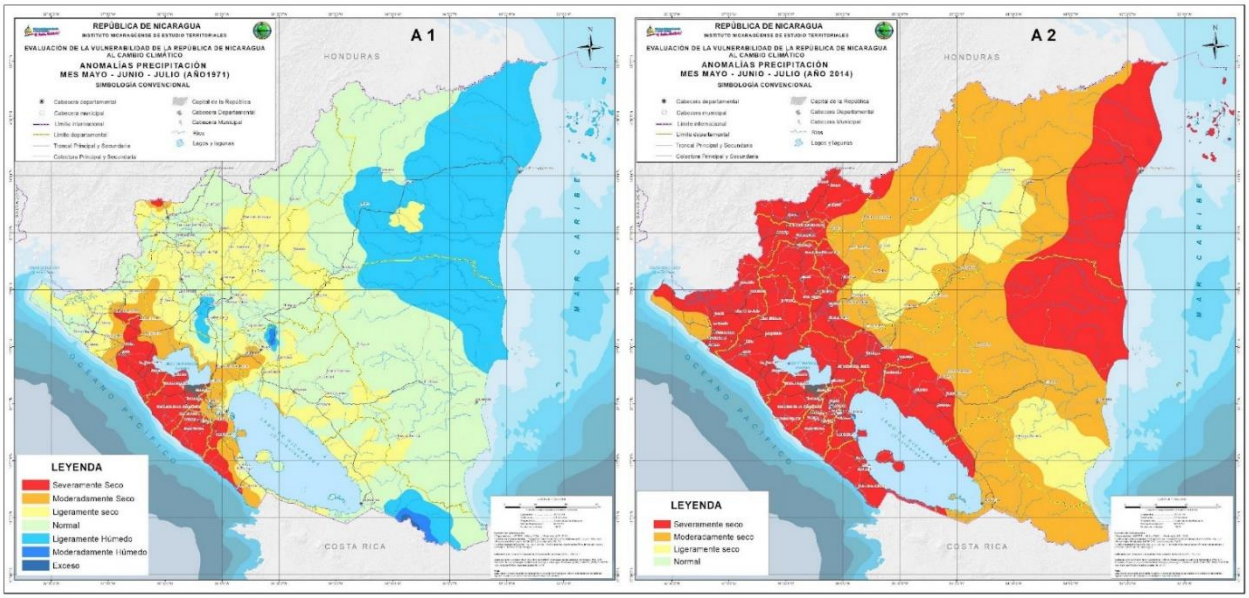


Figura 9. Anomalías de las variables climáticas de precipitación

Fuente: INETER, 2022b.

Variabilidad climática futura

El IPCC (2014a) identificó altas variabilidades a corto plazo para Centroamérica y el Caribe, que entre períodos de sequía y períodos húmedos inducen grandes incertidumbres a los diferentes modelos que proyectan el clima futuro. No obstante, el comportamiento previsto de los controladores del clima que inciden en Nicaragua y Centroamérica según el AR5 son:

- **Sistemas Monzónicos:** se prevé que disminuirán el promedio del régimen de precipitación.
- **Zona de Convergencia Intertropical:** se prevé que la zona de Convergencia Intertropical se desplace hacia el sureste en el futuro, esto traerá una gran incertidumbre que debe tomarse en cuenta en relación con el comportamiento y entrada del invierno en Nicaragua (época lluviosa), que coincide con la primavera boreal, que es cuando los sesgos de los modelos de pronóstico son mayores.
- **El Niño:** existe un nivel de confianza alto en que El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) seguirá siendo el modo dominante de la variabilidad climática natural en el siglo XXI con influencias globales y es probable que se intensifique la variabilidad de las precipitaciones regionales que induce (…) Es probable que en el futuro las anomalías en los patrones de temperatura y precipitación relacionados con El Niño y La Niña se desplacen hacia el este (nivel de confianza medio), mientras que existe un nivel de confianza bajo en que se produzcan cambios en los impactos climáticos en América Central…" (IPCC, 2014b).

En este sentido, es probable que disminuya el régimen de precipitaciones promedio, si los eventos de El Niño se hacen más frecuentes o intensos (Milán, 2012).

- **Ciclones tropicales:** intensas precipitaciones en zonas cercanas a los centros de ciclones tropicales generando peligros de deslizamientos de tierras en zonas costeras del Atlántico y el Pacífico.

Las modelaciones climáticas de Nicaragua se han realizado considerando los modelos utilizados en los reportes del IPCC, en este sentido:

- La Primera Comunicación Nacional (2001) utilizó el modelo SCENGEN para la elaboración de escenarios climáticos. Los patrones temporales y espaciales futuros del clima fueron obtenidos mediante la utilización del modelo de circulación general HADCM2, vinculados con las salidas del modelo MAGICC[3].
- En la Segunda Comunicación (2011), mediante el proyecto Fomento de las Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba, coordinado por CATHALAC y con el apoyo del GEF, se utilizaron la combinación de resultados de varios modelos globales con la técnica de reducción de escala, conocida como Statistical Downscaling System Model. El ejercicio final contempló una modelación mediante el uso del modelo dinámico PRECIS 7 forzado lateralmente con las salidas del modelo Hadley CM3 bajo los escenarios SRES A2 para 2070–2099.
- En la Tercera Comunicación (2018) se realizaron los escenarios de cambio climático, aplicando los modelos descritos en el Quinto Informe del IPCC para Nicaragua. Basado en los análisis anteriores y utilizando los forzamientos radiativos de 4.5 y 8.5 W/m^2, se decidió trabajar con un conjunto de modelos que mejor reproducen el clima pasado del país, ellos son: CanESM2, GFDL-ESM2M, MPI-ESM-MR, NOR-ESM1.

Escenarios del clima futuro (2021 – 2100)

Según el AR5 del IPCC (2014a), haciendo referencia al comportamiento del futuro cambio climático a nivel mundial y regional "…es *probable* que para finales del Siglo XXI, la temperatura global en superficie sea superior en 1.5°C a la del período entre 1850 y 1900 para todos los escenarios considerados de Trayectorias de Concentración Representativas (RCP, por sus siglas en inglés), excepto para el escenario RCP 2.6. Es

[3] Imágenes de los primeros resultados he modelación de temperatura realizados para la primera comunicación nacional de cambio climático.

probable que esa temperatura sea superior en 2°C para los escenarios RCP 6.0 y RCP 8.5, y *más probable que improbable* que sea superior en 2°C para el escenario RCP 2.6. El calentamiento continuará mostrando una variabilidad entre interanual y decenal y será uniforme en las regiones"[4] (Milán, 2012).

Considerando el estudio "Escenarios de Clima Futuro de Nicaragua, período 2021 – 2100" elaborado por INETER en el año 2022, a continuación, se describe el análisis del período de línea base (1971-2015) y escenarios de anomalías de clima futuro (2021-2040, 2041-2060, 2061-2080 y 2081-2100), para las variables de precipitación, temperatura media máxima y mínima.

En la Figura 10, se presentan los siete pasos para elaborar los escenarios; iniciando con la i) preparación de los datos de línea base y la descarga de los modelos de cambio climático, ii) comparación estadística para determinar el modelo que mejor defina las condiciones climáticas del país, iii) ajustes estadísticos y la reducción de escala.

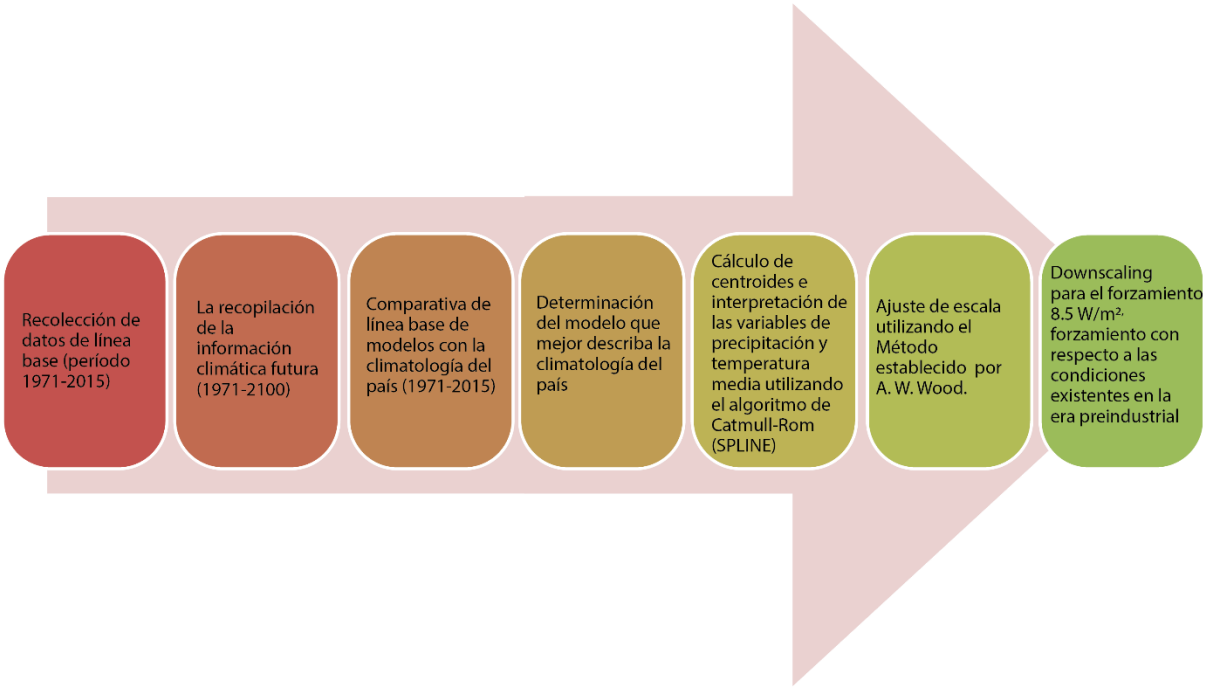


Figura 10. Proceso de elaboración de escenarios de cambio climático

Fuente: Dirección General de Meteorología (DGM) - INETER, 2022a.

[4] Para obtener mayor detalle sobre los escenarios climáticos se recomienda consultar el "Resumen Técnico" desarrollado por el IPCC (2014b), en el marco del (IE5); información disponible en: https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WGI_AR5_TS_FAQ_ES.pdf

La información correspondiente a los Modelos de Cambio Climático analizados –todos ellos de ámbito global- se ha recogido del portal Earth System Grid Federation (ESGP, http://pcmdi9.llnl.gov/esgf-web-fe/), seleccionando ocho modelos correspondientes al proyecto Coupled Model Intercomparison Projet Phase 5 (CMIP5 / Intergovernmental Panel on Climate Change –IPCC-, Fifth Assessment Report). Los modelos seleccionados, junto con algunas de sus características principales se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Modelos globales de Cambio Climático analizados

Nombre	Institución	Longitud	Latitud	Numero de filas	Número de columnas
CanESM2	Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis	2.8125	2.789327026784	64	128
CCSM4	National Center for atmorpheric Research	1.25	0.942408376963	192	288
CSIRO-Mk3.6.	Commonwealth Sciewntific and Industrial Research	1.875	1.864677188271	96	192
GFDL-CM3	NOAA Geophysical Fluid Dynamics Laboratory	2.5	2.0	90	144
GISS-E2-R	NASA GODDARD Institute for Space Studies	2.5	2.0	90	144
HadGEM2-E5	Met Office Hadley Centre & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais	1.875	1.25	145	192
INM-CM4	Institute for Numerical Mathematics	2	1.5	119	179
MPI-ESM-LR	MaxPlanck Institute for Meteorology	1.875	1.864677188271	96	192

Fuente: Dirección General de Meteorología (DGM) - INETER, 2022a.

Para el proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados en su fase 5 (CMIP 5, por sus siglas en inglés), se han elaborado cuatro trayectorias de concentración representativas RCP 2.6; RCP 4.5; RCP 6 y RCP 8.5. Los RCPs tienen un período de aplicación hasta el 2100 y se clasifican por el valor de Forzamiento radiativo (Variación del flujo radiativo neto en la parte superior de la atmósfera debido a la variación de un causante externo del cambio climático como la concentración de CO_2 o de la radiación solar).

La información recopilada obedece a series mensuales de precipitación, temperatura máxima y mínima, tanto para la línea base de cada modelo entre los años 1971 a 2005, junto con las proyecciones pasadas entre los años 2006 a 2100. En análisis corresponde al forzamiento radiativo 8.5 W/m^2.

Para construir la línea base y comparar los datos históricos con los modelos, se evaluó el grado de representatividad de cada modelo respecto a la línea base del país, es decir, se determina el escenario de cambio climático que mejor reconoce la climatología del período 1971-2015 de cada mes para las variables de precipitación y temperatura.

La reducción de escala se efectúa utilizando el algoritmo de Catmull-Rom. La corrección de tendencia aplicada a las series climáticas se realiza siguiendo la metodología de Wood et al (2004). En cada mes del año se calcula la distribución de probabilidad de lluvia y temperatura, ordenando de manera creciente los valores mensuales correspondientes a cada una de las series.

Una vez aplicada la metodología para la elaboración de escenarios de cambio climático, se ha determinado que el modelo que mejor se ajusta al país es el Modelo INM-CM4 del Instituto de Matemáticas Numéricas.

Anomalías de clima futuro, modelo INM-CM4 con la Ruta Representativa de Concentración 8.5

Anomalía de precipitación

- **Período 2021-2040**

En el mapa de Anomalías de precipitación para el horizonte a futuro 2021-2040, se observa que, en la zona Occidental y Central de la Región del Pacífico predominarán anomalías moderadas, de -15% a -30% menos lluvia que en el período de línea base. En el resto del territorio, se presentan acumulados de lluvia muy cercanos a la línea base (Figura 11).

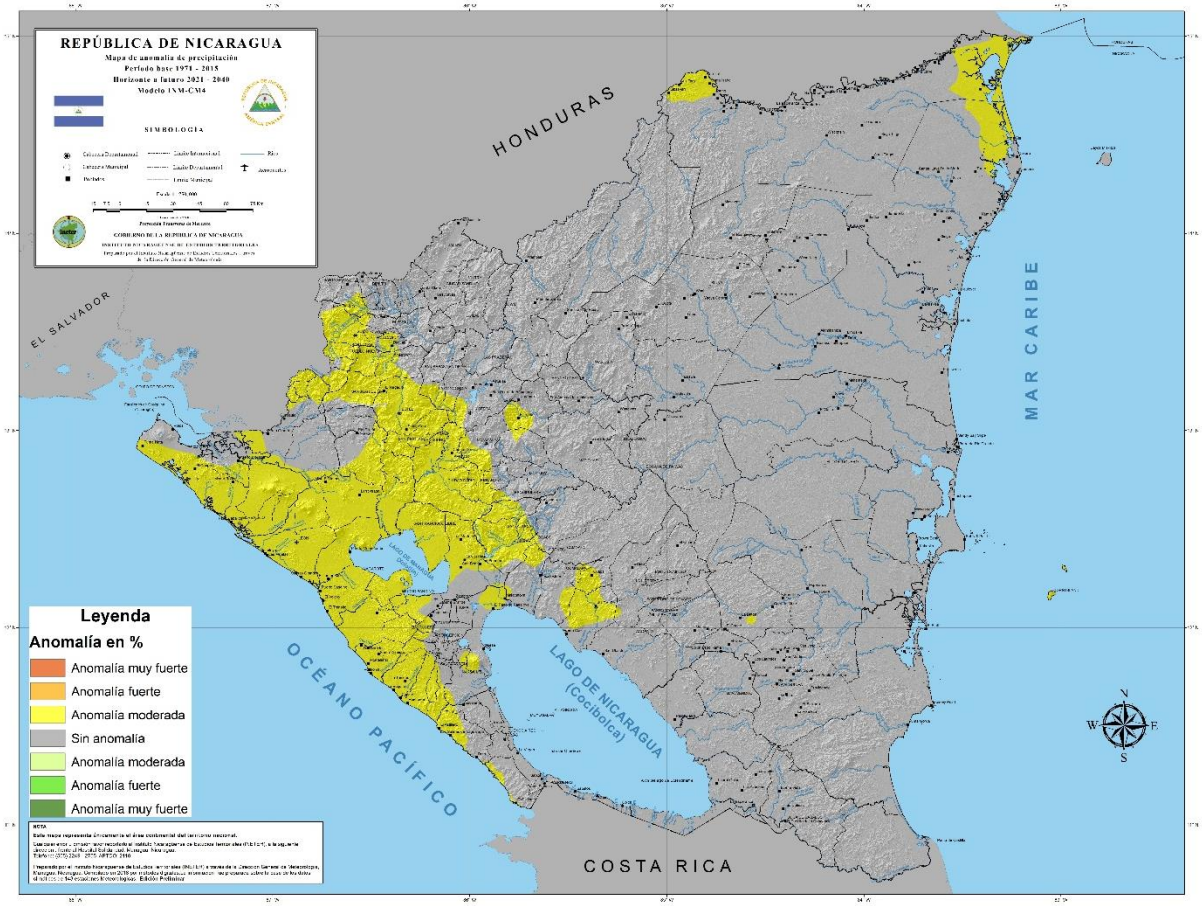


Figura 11. Anomalía de precipitación (2021 - 2040)

Fuente: Dirección General de Meteorología (DGM) - INETER, 2022a.

- **Período 2041-2060**

Se identifica que en la zona Occidental y Central de la Región del Pacífico, así como en los municipios del Corredor Seco, es probable se presenten las mayores disminuciones de los acumulados de precipitación. Se presenta un rango de anomalía fuerte, es decir entre -30 % y 45% menos del acumulado anual para el período de línea base.

El resto del territorio presenta anomalías en el rango de moderadas, exceptuando núcleos aislados en le Región Central, así como al Oeste y Sur de la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (Figura 12).

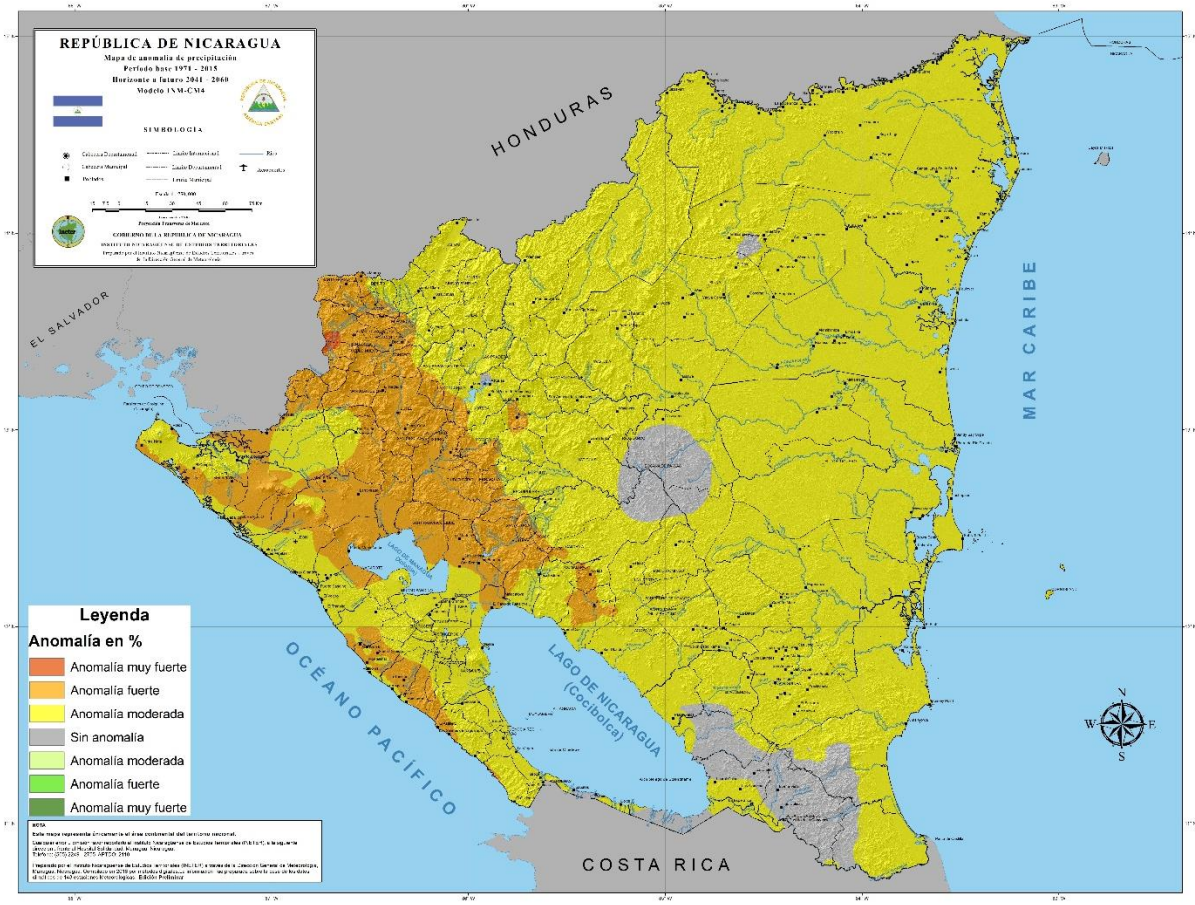


Figura 12. Anomalía de precipitación (2041-2060)

Fuente: Dirección General de Meteorología (DGM) - INETER, 2022a.

- **Período 2061-2080**

Este período presenta un aumento en la cobertura de anomalías fuertes en el territorio nacional. Se presenta una disminución entre el -30% y -45% del acumulado anual de precipitación en la Región del Pacífico, principalmente en los municipios del Corredor Seco nicaragüense y la zona noreste de la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte. En el resto del territorio predominaran anomalías moderadas (entre -15% y -30% de anomalía) (Figura 13).

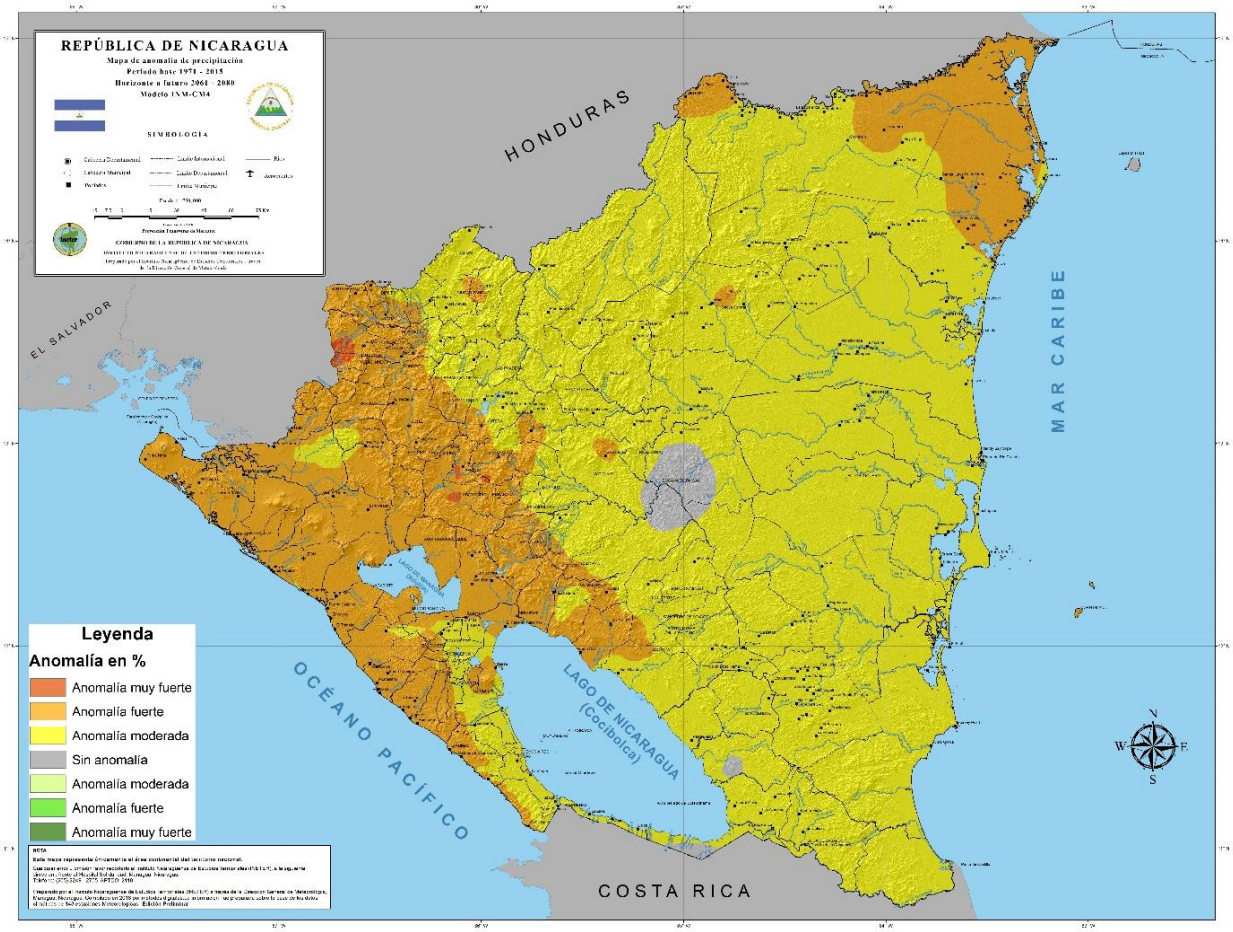


Figura 13. Anomalía de precipitación (2061 – 2080)

Fuente: Dirección General de Meteorología (DGM) - INETER, 2022a.

- **Período 2081-2100**

En la Región del Pacífico, los municipios del Corredor Seco nicaragüense y la zona noreste de la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte, las anomalías de precipitación indican que los acumulados de precipitación disminuirán hasta alcanzar la categoría de una anomalía muy fuerte, es decir, los valores anuales se reducirán más de la mitad del observado en la línea base (-45 % a menos) (Figura 14).

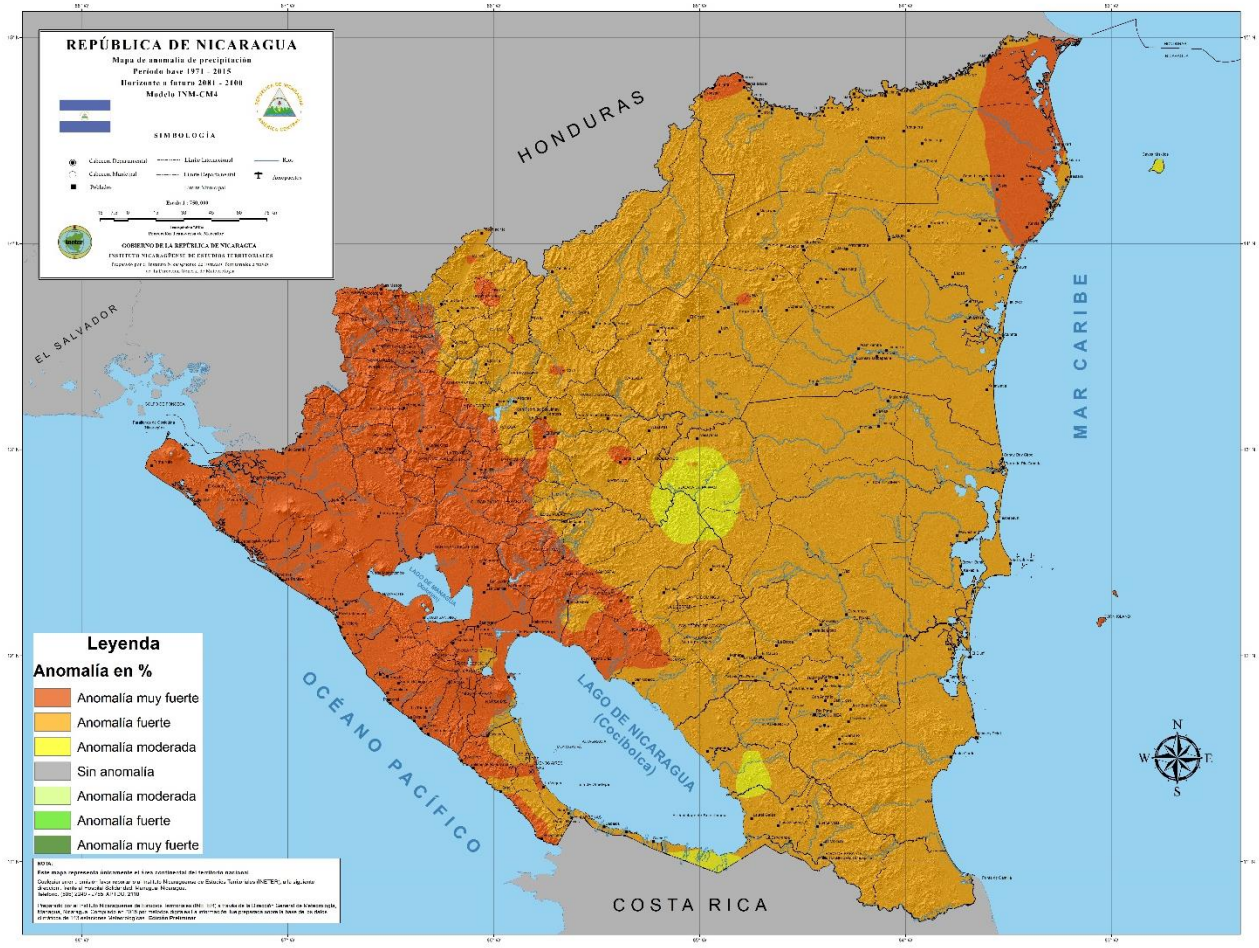


Figura 14. Anomalía de precipitación (2081-2100)

Fuente: Dirección General de Meteorología (DGM) - INETER, 2022a.

Anomalía de temperaturas

Anomalía de temperatura media máxima

- **Período 2021-2040**

Se identifica que en la Región del Pacífico, las anomalías de temperatura máxima presentarán rangos entre 0.1°C a 2°C, con un pequeño núcleo mayor a 3°C en el municipio de Achuapa. En las regiones Norte y Central se podrían presentar anomalías que oscilan de 2°C hasta 3°C. En la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte, oscilarán entre 0.1°C a 2°C y en la Costa Caribe Sur los valores de anomalías van a variar de 2°C a 3°C (Figura 15).

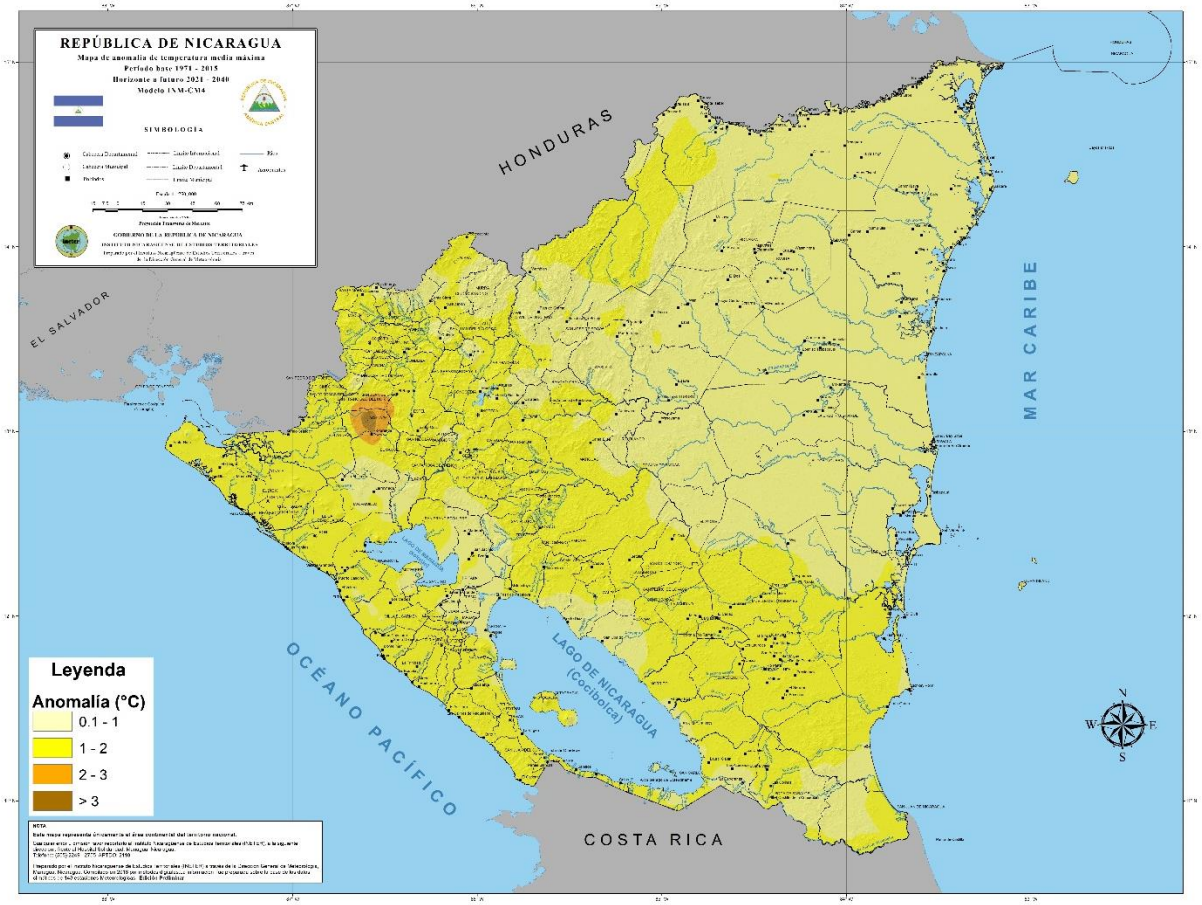


Figura 15. Anomalía de temperatura media máxima (2021 - 2040)

Fuente: Dirección General de Meteorología (DGM) - INETER, 2022a.

- **Período 2041 – 2060**

Para el período analizado, la proyección de temperatura para la Zona del Pacífico Occidental sugiere anomalías de 2°C hasta 3°C; en las zonas pacífico Central y Sur, oscilan entre 1°C y 2°C, con pequeños núcleos de 2°C a 3°C.

En la Región Norte, predominarán anomalías de 2°C a 3°C, exceptuando el municipio de Achuapa, en el cual se observará un aumento de temperatura de 3°C a 4°C. En la Región Central se observan anomalías entre 2°C a 3°C en los municipios de San Ramón, Matiguas, San Dionisio, Esquipulas, Santa Lucía, Teustepe, San Lorenzo, Camoapa y Villa Sandino; en el resto de la región predominarán aumentos de temperatura desde 1°C hasta 2°C. En la Región Autónoma de la Costa del Caribe Norte, las anomalías oscilarán entre 1°C a 2°C, y en la Costa Caribe Sur, el aumento de temperatura será de 1°C hasta 3°C (Figura 16).

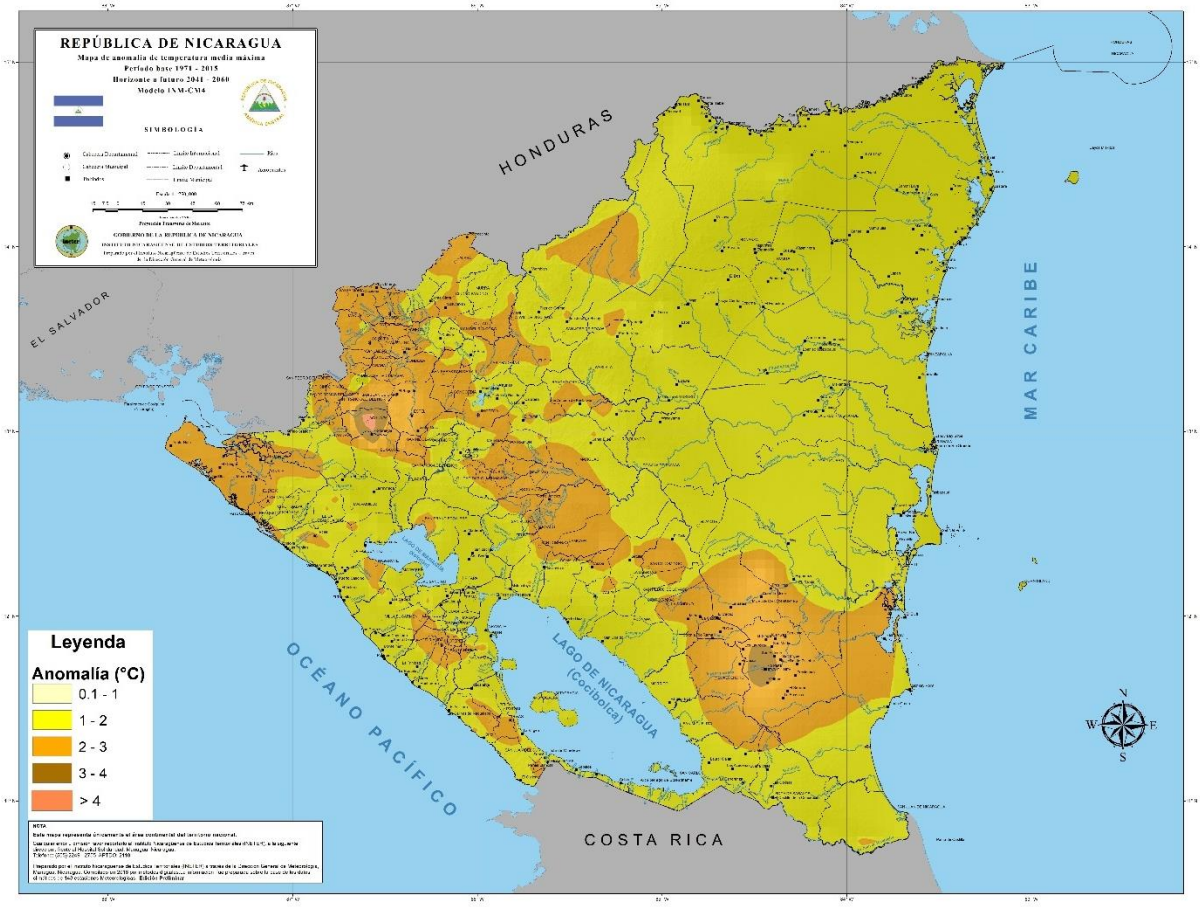


Figura 16. Anomalía de temperatura media máxima (2041 - 2060)

Fuente: Dirección General de Meteorología (DGM) - INETER, 2022a.

- **Período 2061-2080**

Se observan las mayores anomalías con rangos entre 2°C a 4°C. En la Región del Pacífico el aumento de la temperatura esperado es entre 2°C y 3°C. En la Región Norte se podrían presentar anomalías que oscilen entre 3°C a 4°C.

En la Región Central se presenta un núcleo con rangos de anomalías entre 3°C a 4°C en los municipios de San Dionisio, Muy Muy, Esquipulas, San Ramón, Camoapa y Santo Domingo, en el resto de la región se esperan valores desde 2°C a 3°C. En la Costa Caribe Norte y Sur, predominarán anomalías entre 2°C y 4°C (Figura 17).

Figura 17. Anomalía de temperatura media máxima (2061 - 2080)

Fuente: Dirección General de Meteorología (DGM) - INETER, 2022a.

- **Período 2081-2100**

Para el período de 2081-2100 se espera que, en la Región del Pacífico se observen anomalías entre 1°C y 2°C, con un pequeño núcleo mayor a 3°C en el municipio de Achuapa.

En las regiones Norte y Central se podrían presentar anomalías que oscilan desde 1°C hasta 2°C, exceptuando los sectores montañosos más altos en el Norte donde es probable un aumento de 2°C a 3°C.

En la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte, el aumento de temperatura oscilará entre 1°C y 2°C. En la Costa Caribe Sur se esperan valores de anomalías de 2°C hasta 3°C en los municipios de Muelle de los Bueyes y El Rama, el resto de la región presentaran rangos entre 1°C y 2°C (Figura 18).

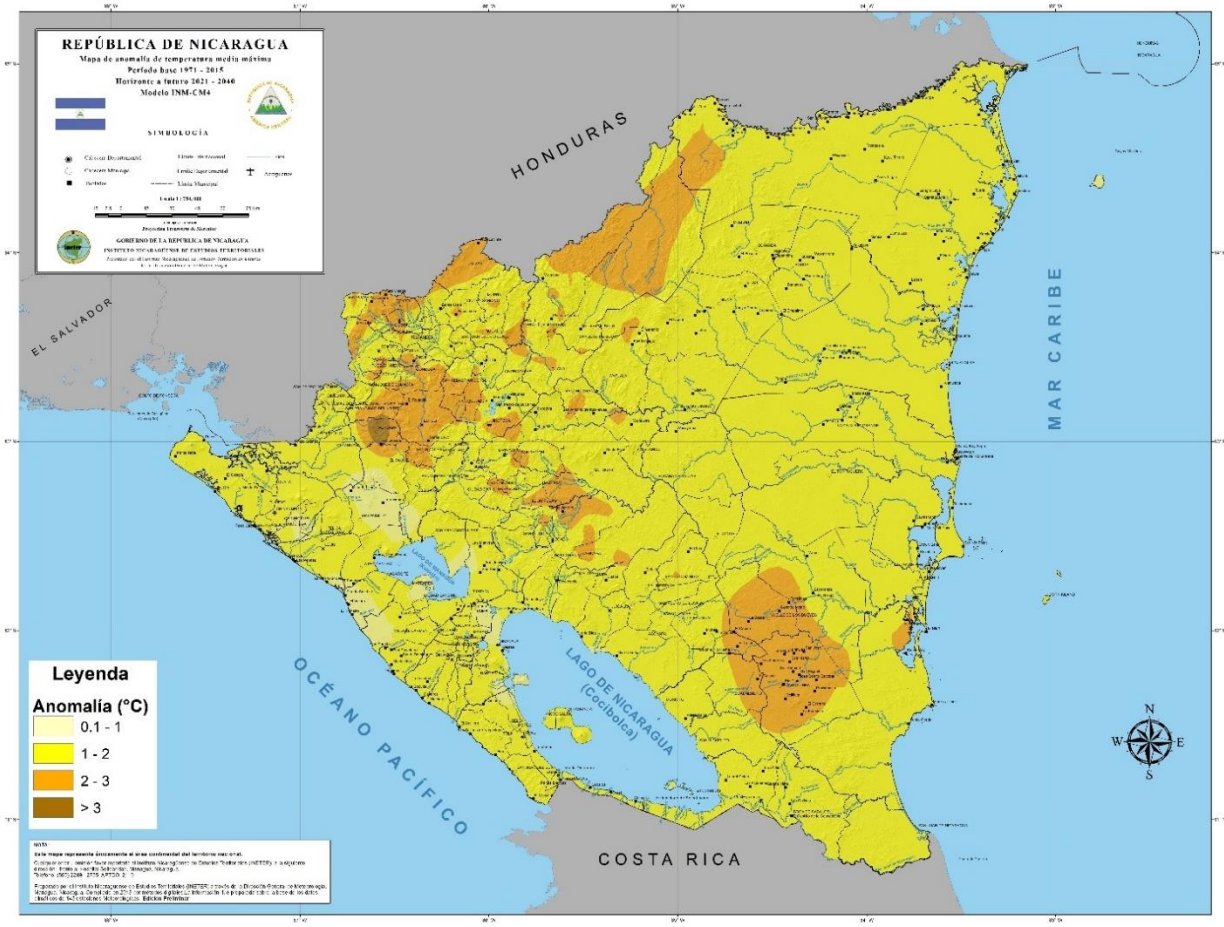


Figura 18. Anomalía de temperatura media máxima (2081 - 2100)

Fuente: Dirección General de Meteorología (DGM) - INETER, 2022a.

Anomalía de temperatura media mínima

- **Período 2021-2040**

Se prevé en la Región del Pacífico valores de anomalías de temperatura media mínimas de 0.1°C hasta 2°C, con un pequeño núcleo mayor a 3°C. en el municipio de Achuapa (Figura 19).

Figura 19. Anomalía de temperatura media mínima (2021-2040)

Fuente: Dirección General de Meteorología (DGM) - INETER, 2022a.

- **Período 2041-2060**

La proyección para este horizonte de tiempo indica que en la Región del Pacífico se predominarán anomalías entre 1°C a 2°C, exceptuando partes de los municipios de Somotillo, Achuapa y El Sauce, San Francisco Libre, Tipitapa, Nandaime, Tola y el sector conocido como Meseta de los Pueblos, en los cuales se proyectan valores mayores a 2°C.

En la Región Norte, predominarán valores mayores a 2°C. En la Región Central se observan anomalías entre 2°C a 3°C en los municipios de San Ramón, San Dionisio, Camoapa y Río Blanco, en el resto de la región se observarán aumentos de temperatura de 1°C hasta 2°C. En la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte y Sur, el aumento de la temperatura oscilará entre 1°C y 3°C (Figura 20).

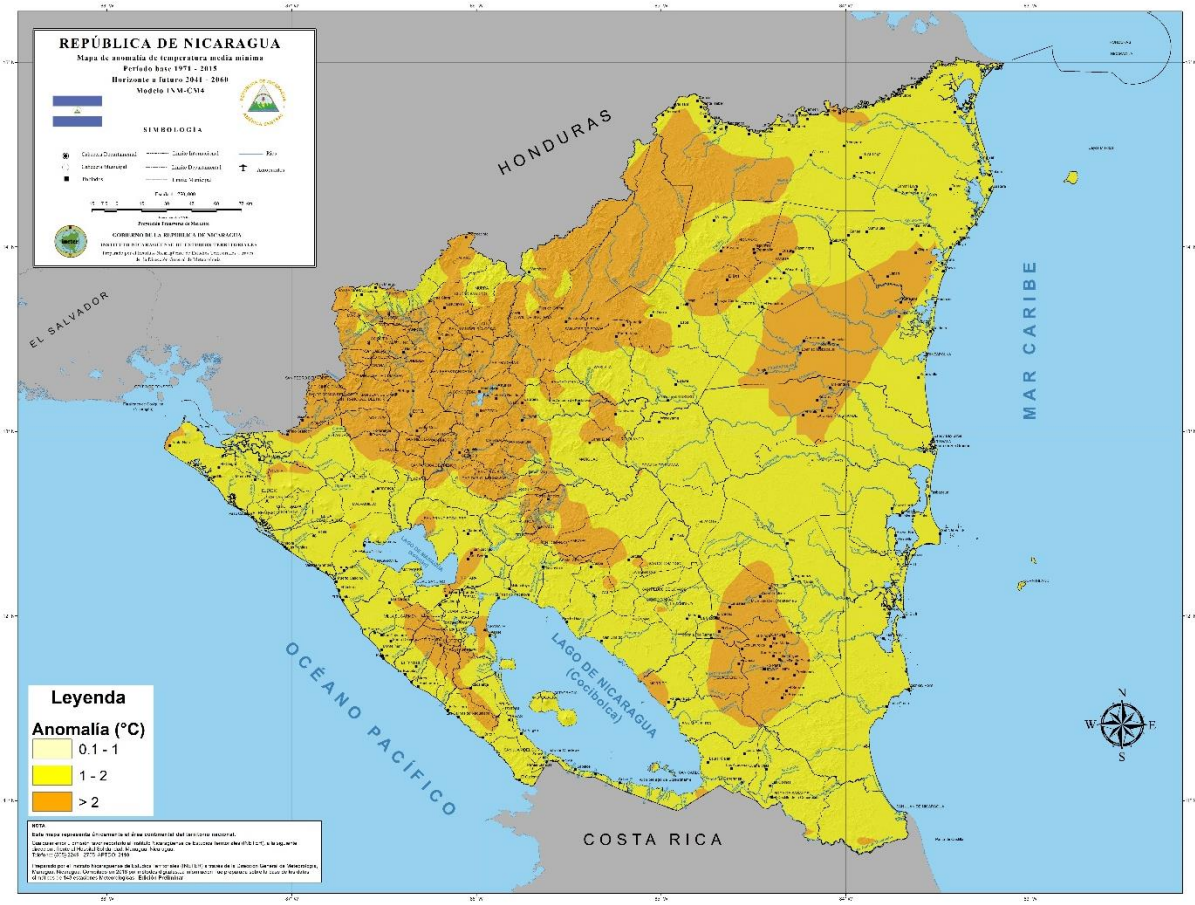


Figura 20. Anomalía de temperatura media mínima (2041-2060)

Fuente: Dirección General de Meteorología (DGM) - INETER, 2022a.

- **Período 2061-2080**

En este horizonte de tiempo la anomalía de temperatura esperada para la Región Pacífico es entre 2°C y 3°C. En las regiones Norte, Central y Caribe, se prevé de 2°C hasta 4°C (Figura 21).

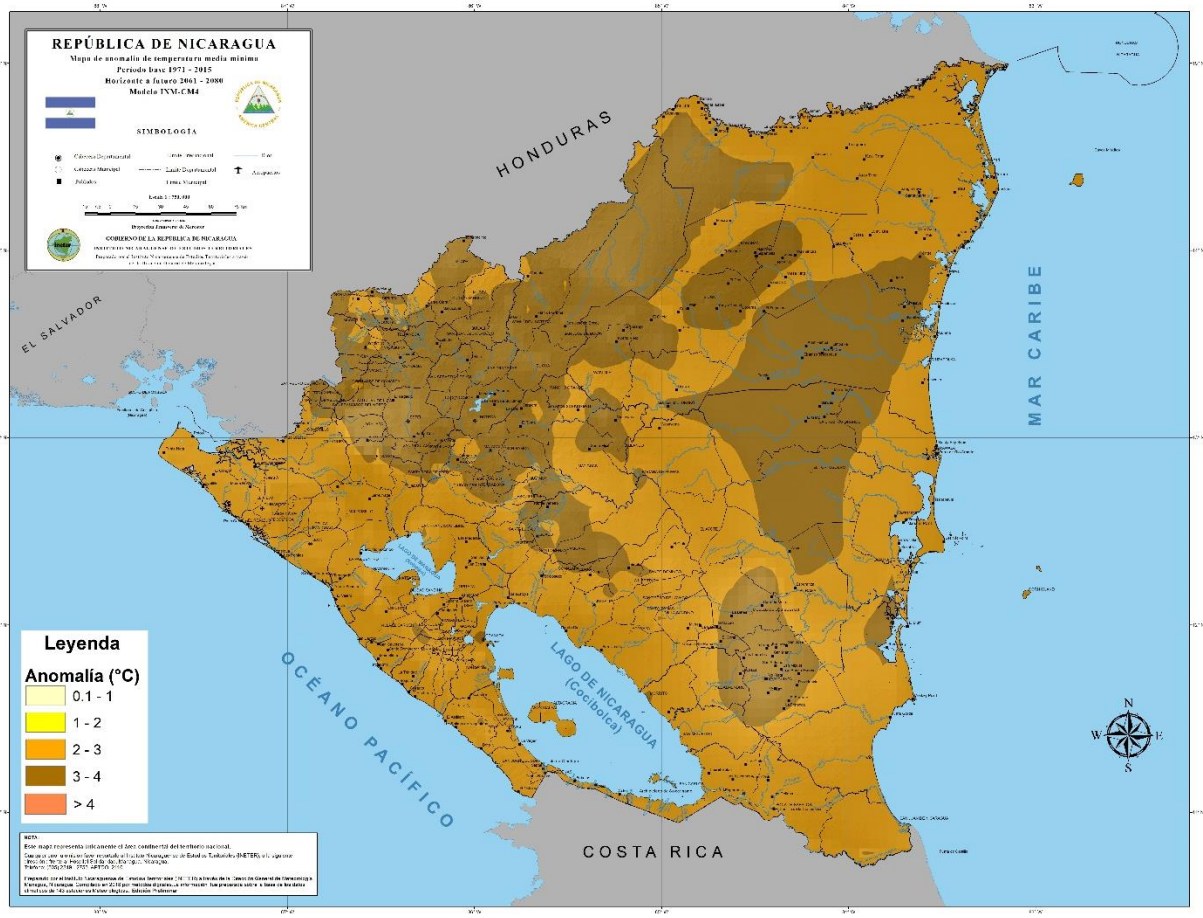


Figura 21. Anomalía de temperatura media mínima (2061-2080)

Fuente: Dirección General de Meteorología (DGM) - INETER, 2022a.

- **Período 2081-2100**

Para este período, la anomalía de temperatura predominante es de 2°C a 3°C; exceptuando el sector costero de la Región del Pacífico, zonas próximas a los lagos de Managua y Nicaragua, y sureste del territorio, donde se observan aumentos de temperatura entre 1°C y 2°C (Figura 22).

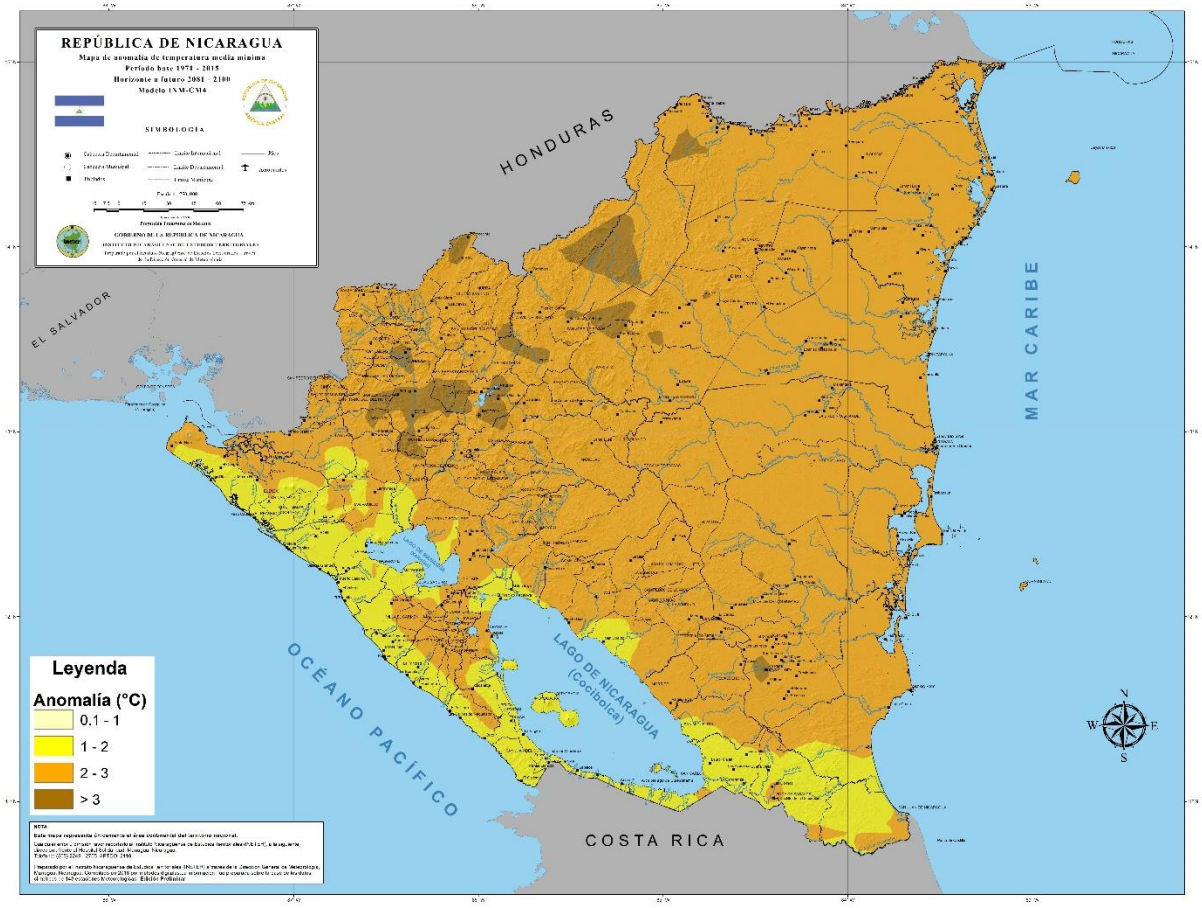


Figura 22. Anomalía de temperatura media mínima (2081-2100)

Fuente: Dirección General de Meteorología (DGM) - INETER, 2022a.

Los modelos climáticos globales proyectan aumentos en la temperatura a nivel global, mientras que los cambios de precipitación presentan alta variabilidad con zonas de incrementos y reducciones para mediados del siglo XXI (IPCC, 2014b). Los resultados principales de la modelación de los escenarios indican que a lo largo del período 2023-2100 habrá una reducción en el régimen de lluvias y un incremento en las temperaturas máximas y mínimas a nivel nacional. Además, la región con mayor impacto es la denominada “corredor seco”.

1.1.1.3. Características hidrológicas

Nicaragua posee importantes cuerpos de agua superficiales, destacando los ríos, de los cuales 51 drenan al Mar Caribe, 4 al Lago Xolotlán, 12 al Lago Cocibolca y 12 directamente al Océano Pacífico.

Una de las principales características de estos cuerpos de agua, es que durante la época lluviosa su caudal aumenta y durante la época seca, este, llega a disminuir o desaparecer. Dentro del país se ha detectado que esta variación en el volumen del caudal del agua impacta de manera directa o indirecta en las actividades económicas, sociales y ambientales donde el agua de los ríos es el eje principal para el desarrollo (cantidad y calidad).

El país cuenta con 18 lagunas (9 en la Región del Pacífico, 5 en la Región Central y 4 en la Región Caribe) y 27 acuíferos, de los cuales 12 son considerados de gran importancia hidrogeológica. De estos, 10 están ubicados en la Región del Pacífico y 2 en la Región Central, además se cuenta con 13 recintos.

De acuerdo con la depresión de los ríos, Nicaragua se encuentra dividida en 2 grandes vertientes, la del Pacífico que presenta ríos más cortos que vierten al Océano Pacífico y la del Caribe con ríos más extensos y con áreas de mayor drenaje hacia el Mar Caribe.

En relación con la formación orográfica del territorio nacional, las cuencas hidrográficas se clasifican en seis[5]. Dicha clasificación fue elaborada y oficializada por Nicaragua en el año 2014, se define por niveles de forma ascendente de 1 al 9, donde se identifican y clasifican las cuencas en números pares y las intercuencas con números impares.

Esta clasificación abarca desde México hasta Panamá, mientras que el territorio nicaragüense quedó completamente delimitado en el Nivel 2, por lo tanto, la clasificación de las cuencas hidrográficas de Nicaragua inicia a partir del Nivel 3, contando con 1 unidad hidrográfica de Nivel 3, 9 unidades de Nivel 4, 65 unidades de Nivel 5, 445 unidades de Nivel 6, 13 unidades de Nivel 7 y 75 unidades de Nivel 8 (Figura 23).

[5] "La delimitación de Unidades Hidrográficas (UH) de Nicaragua bajo la metodología Pfafstetter se ajusta e implementa a partir del Nivel 3 en las Unidades Hidrográficas (UH) que comprenden a 951, 952 y 953 (INETER, ANA, UNI, GIZ Y PROATAS, 2014)".

Figura 23.Cuencas Hidrográficas de Nicaragua

Fuente: ANA, INETER, GIZ, UNI y PROATAS, 2014.

Según el Plan Nacional de Recursos Hídricos (2017), Nicaragua cuenta con abundantes recursos hídricos en régimen natural, lo que equivale a 282,292 hm^3/año (hectómetro cúbico al año). Eso conduce a una relación de 15,344 m^3/habitante por año, considerando solo la escorrentía superficial. A continuación, se describen los principales resultados:

- En la Región Pacífico, que es la más poblada de las seis definidas en el estudio de "Balance Hidráulico Nacional" y con precipitaciones más reducidas, la relación m^3/persona/año es de 3,493, considerando solo la escorrentía superficial, valor que todavía está muy por encima de los umbrales habitualmente manejados como indicadores de estrés hídrico (1,700 m^3/habitante/año).
- Dada la naturaleza de la precipitación, la cual se presenta principalmente en siete meses de mayo a noviembre, con algunas lluvias escasas en el resto del año; se dan importantes desequilibrios en el espacio y en el tiempo. Durante los meses de verano o tiempo seco, apenas hay escorrentías o recargas de acuíferos, lo que incide en este período, ya que no se cuenta con obras de regulación, más que la

natural realizada por los acuíferos, para atender la demanda ecológica y de la población.

- Actualmente las lagunas subterráneas constituyen la fuente principal de recursos del país, debido a la irregularidad temporal de los recursos superficiales, esta situación ocasiona que el 80% de la población se abastezca de pozos.
- Se definieron 13 recintos, los cuales son formaciones desarrolladas por materiales geológicos de baja permeabilidad que, si bien no constituyen acuíferos técnicamente hablando, proporcionan ocasionalmente suficiente caudal para cubrir las necesidades de los núcleos urbanos ahí asentados.
- En la actualidad el país cuenta con pocas obras hidráulicas de gran envergadura, siendo la principal la del complejo hidroeléctrico del Lago de Apanás, cuya fuente es la cabecera del Río Grande de Matagalpa que se desvía hacia la unidad hidrológica del Río Viejo; aparte de esta infraestructura no hay mucha existencia de obras de regulación (represas) o de transporte.
- Se estima que la demanda total de agua es de 1,360.5 hm^3/año, de este volumen, 947 hm^3/año (69.30%) corresponde a la agricultura y 321 hm^3/año (23.49%) al consumo humano. La industria y la ganadería representan 50 hm^3/año y 48 hm^3/año (3.66% y 3.51%), respectivamente. La demanda asociada a la generación de energía no es significativa (0.5 hm^3/año).
- El balance hídrico producto de la disponibilidad y demanda de los recursos hídricos da como resultado, que a escala anual a nivel nacional no se identifica un déficit hídrico, con la simplificación que supone manejar valores medios, aun siendo un 10% del agua disponible para la conservación ecológica.
- Sin embargo, si el balance es realizado a escala mensual, la relación cambia, presentando déficit en algunas partes del país, principalmente en los meses de noviembre a abril, afectando al territorio que se conoce como el corredor seco, además de déficits generalizados en la Región del Pacífico, entre los meses diciembre y abril y puntuales en la Región del Río Grande de Matagalpa y Río Coco.

1.1.1.4. Características ambientales, protección de áreas silvestres y biodiversidad

Dadas las características ambientales de Nicaragua, esta se divide en tres Regiones Ecológicas (Figura 24), que alberga 21 Formaciones Vegetales Zonales del trópico y 6 Azonales.

Figura 24. Ecorregiones de Nicaragua

Fuente: MARENA, 2018c.

En Nicaragua existe un Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), que hasta 2018 estaba compuesto por 72 áreas protegidas (64 terrestres y 8 marino costeras), constituidas en 9 categorías de manejo, que representan el 25.5% del territorio nacional.

Las categorías de manejo fueron asignadas en función de la valoración de las características biofísicas y socioeconómicas del área a preservar y los objetivos de conservación identificados en ella, con el propósito de aplicar las medidas necesarias para preservar, mejorar, mantener, rehabilitar y restaurar las poblaciones, y los ecosistemas, sin afectar su aprovechamiento.

En la Tabla 3, se presenta la cantidad de áreas protegidas declaradas hasta la fecha por categoría de manejo, en orden de mayor a menor grado de restricción.

Tabla 3. Cantidad de áreas protegidas declaradas por tipo de categoría de manejo

Categoría de manejo	Cantidad de áreas declaradas
Reserva Biológica	1
Parque Nacional	4
Monumento Histórico	1
Monumento Nacional	2
Refugio de Vida Silvestre	7
Reserva de Recursos Genéticos	2
Reserva Natural	53
Paisaje Terrestre Protegido	1
Reserva Biológica Marina	1
Total	**72**

Fuente: Elaboración propia a partir de MARENA, 2016.

Además, existen tres áreas de reconocimiento internacional, a través del Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB, por sus siglas en inglés), de la Red Mundial de Reserva de Biosfera de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés):

- La Reserva Biosfera, ubicada en la Región Caribe incluye seis áreas protegidas, declarada a través de la Ley N°407. Ley que declara y define la Reserva de Bosawas, publicada en La Gaceta, Diario Oficial N°244 del 24 de diciembre de 2001.
- La Reserva de Biosfera del Sureste de Nicaragua o Río San Juan de Nicaragua, ubicada en la Región Caribe incluye siete áreas protegidas, declarada a través del Decreto Ejecutivo N°66-99, publicado en La Gaceta, Diario Oficial N°116 del 18 de junio de 1999.
- La Reserva de Biosfera Isla de Ometepe, ubicada en la Región Pacífico e incluye tres áreas protegidas, declarada a través de la Ley N°833, publicada en La Gaceta, Diario Oficial N°45 del 08 de marzo de 2013.

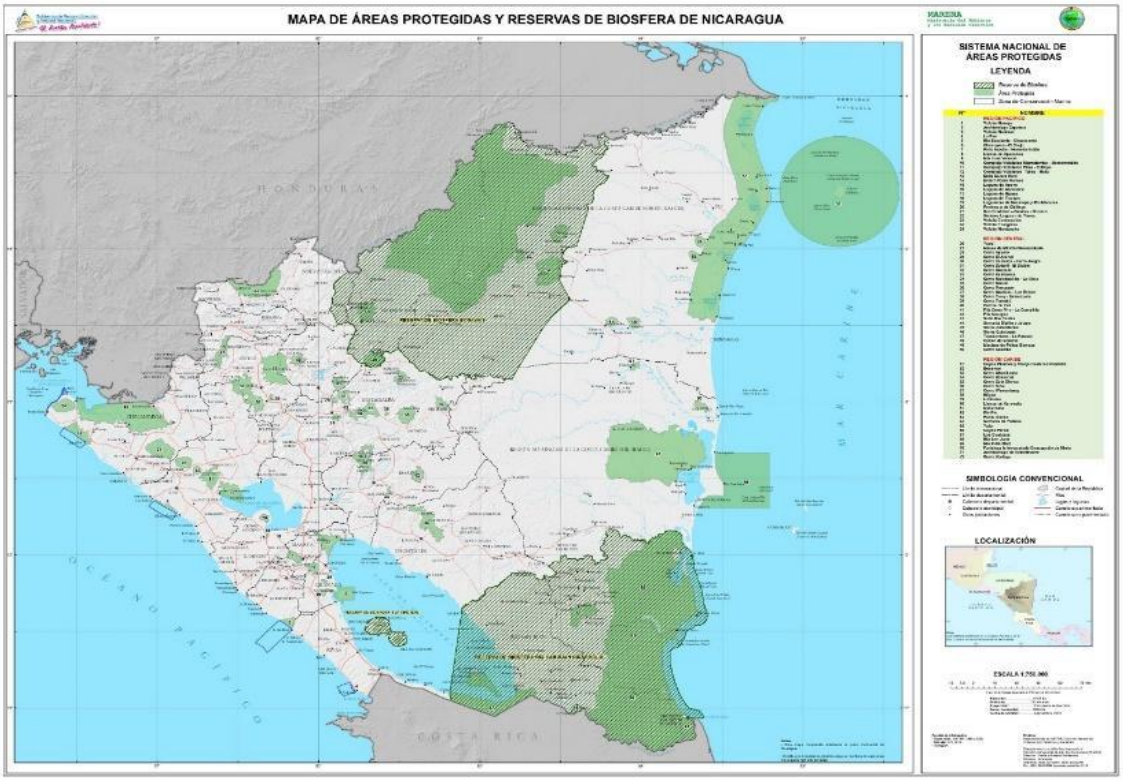


Figura 25. Mapa de áreas protegidas y reservas de biósfera de Nicaragua

Fuente: MARENA, 2016.

Para el 2018, Nicaragua contaba con 107 Reservas Silvestres Privadas, las cuales son áreas de conservación y protección, que de forma voluntaria sus propietarios se integraron al SINAP y fueron reconocidos por MARENA a través de resoluciones ministeriales.

Como parte de la gestión ambiental local, los municipios a través de ordenanzas municipales en alianza con el MARENA, hasta el 2018, se declararon 22 Parques Ecológicos Municipales.

Biodiversidad

Nicaragua, posee una amplia biodiversidad con distintos rangos de distribución de especies mundialmente reconocidas, al representar los límites de distribución de especies del hemisferio norte y sur, además de poseer una gran cantidad de flora y fauna endémica. En el Estudio de Ecosistemas y Biodiversidad de Nicaragua y su representatividad en el SINAP publicado por MARENA en el año 2011, se reportan 17,603 especies vegetales y fauna; hasta la fecha de publicación del estudio, el 24.57% eran endémicas.

En relación con las formaciones vegetales, se han reportado 6,014 especies, de estas el 1.79% son endémicas (correspondiendo a 39 familias y 82 géneros). En este sentido, aproximadamente el 47% de las especies se ubican al norte de la Región Central, el 16% en la Región Pacífico, el 13% en la Región Caribe, el 1% tanto en la Región Pacífico como Caribe y el 23% restante se encuentra distribuido en todo el país. Del total de especies vegetales identificadas en Nicaragua, 733 se encuentran en el listado de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) para Centroamérica y República Dominicana.

Por otro lado, las especies de fauna reportadas son 11,589, de las cuales 102 son endémicas. En Nicaragua no se han identificado aves endémicas; sin embargo, existen 14 especies de distribución restringida, según los criterios de Birdlife International (2000). Del total de especies identificadas se encuentran en el Listado CITES 254, de 4 Phyllum, 10 Clases, 27 Órdenes y como Apéndice I se enlistan 33, en Apéndice II 218. El grupo más representativo son las aves con 116 especies enlistadas (MARENA, 2018c).

1.1.2. Perfil poblacional

Nicaragua tiene una población proyectada para el año 2015 de 6,262,703 de personas, con una densidad de 48 habitantes/km^2. El 58% de la población vive en áreas urbanas y el 42% en áreas rurales. La distribución espacial de la población es heterogénea y la concentración poblacional está relacionada con las regiones del país, como se observa en la **Tabla 4** (INIDE, 2016).

- En la Región Pacífico se concentra el 52.11% de la población con una densidad de 178 habitantes/km^2. El 75.68% vive en áreas urbanas y 24.32% en áreas rurales, en esta región se encuentran las ciudades más importantes del país incluyendo la capital Managua, donde se desarrollan las principales actividades de comercio, prestación de servicios y Gobierno Central. La población es principalmente mestiza.
- En la Región Central se concentra el 32.03% de la población presentando una densidad poblacional de 59 habitantes/km^2. El 40.24% de la población vive en áreas urbanas y el 59.76% vive en áreas rurales. En esta región se encuentran los departamentos de Matagalpa, Jinotega y Estelí, los que presentan un alto desarrollo del sector agrícola y ganadero, destacándose los cultivos de café y tabaco, que son rubros económicos importantes para el país. La población es principalmente mestiza.
- En el caso de la Región Caribe, la población representa el 15.86% con una densidad de 15 habitantes/km^2. El 35.57% de la población vive en áreas urbanas y el 64.43% vive en áreas rurales. Esta región es la más grande del país, abarca

el 52% del territorio nacional, aquí se encuentran los municipios de Siuna, Rosita y Bonanza que son las principales áreas mineras. En el Caribe habita la mayor población indígena y afrodescendiente del país (miskitos, creoles, ramas, ulúas, mayangnas, entre otras).

Tabla 4. Distribución de la Población Urbana/Rural

REGIÓN	DEPARTAMENTO	POBLACIÓN URBANO/RURAL	POBLACIÓN URBANO/RURAL (%)	REGIÓN	DEPARTAMENTO	POBLACIÓN URBANO/RURAL	POBLACIÓN URBANO/RURAL (%)
PACÍFICO	**Carazo**	**190,769.00**	**3.05%**	CENTRAL	**Boaco**	**178,582.00**	**2.85%**
	Urbano	122,756.00	64.35%		Urbano	59,744.00	33.45%
	Rural	68,013.00	35.65%		Rural	118,838.00	66.55%
	Chinandega	**429,557.00**	**6.86%**		**Chontales**	**185,866.00**	**2.97%**
	Urbano	272,981.00	63.55%		Urbano	111,221.00	59.84%
	Rural	156,576.00	36.45%		Rural	74,645.00	40.16%
	Granada	**206,009.00**	**3.29%**		**Esteli**	**224,231.00**	**3.58%**
	Urbano	138,545.00	67.25%		Urbano	138,782.00	61.89%
	Rural	67,464.00	32.75%		Rural	85,449.00	38.11%
	León	**410,860.00**	**6.56%**		**Jinotega**	**438,413.00**	**7.00%**
	Urbano	256,847.00	62.51%		Urbano	102,824.00	23.45%
	Rural	154,013.00	37.49%		Rural	335,589.00	76.55%
	Managua	**1,484,462.00**	**23.70%**		**Madriz**	**164,146.00**	**2.62%**
	Urbano	1,376,656.00	92.74%		Urbano	53,819.00	32.79%
	Rural	107,806.00	7.26%		Rural	110,327.00	67.21%
	Masaya	**364,168.00**	**5.81%**		**Matagalpa**	**561,282.00**	**8.96%**
	Urbano	214,832.00	58.99%		Urbano	225,721.00	40.22%
	Rural	149,336.00	41.01%		Rural	335,561.00	59.78%
	Rivas	**177,668.00**	**2.84%**		**Nueva Segovia**	**253,489.00**	**4.05%**
	Urbano	87,316.00	49.15%		Urbano	115,088.00	45.40%
	Rural	90,352.00	50.85%		Rural	138,401.00	54.60%

REGIÓN	DEPARTAMENTO	POBLACIÓN URBANO/RURAL	POBLACIÓN URBANO/RURAL (%)
CARIBE	**RACCN**	**480,874.00**	**7.68%**
	Urbano	155,413.00	32.32%
	Rural	325,461.00	67.68%
	RACCS	**385,102.00**	**6.15%**
	Urbano	164,147.00	42.62%
	Rural	220,955.00	57.38%
	Rio San Juan	**127,225.00**	**2.03%**
	Urbano	33,728.00	26.51%
	Rural	93,497.00	73.49%

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Anuario Estadístico 2015 del INIDE, 2016.

Observando la pirámide de población del 2015 (Figura 26), hay una visible concentración en las edades de 10-14 y de 15-19 años, manifestando desde el primer grupo un aumento escalonado. A partir del grupo 20-24 años se da una reducción, acentuándose en el grupo de 30-34 años, luego se tiene una distribución y concentración más proporcional en las edades de 35 a 64 años. Aunque el grupo 5-9 años es ligeramente menor comparado al de 0-4 años, una reducción de estos grupos con respecto al resto sea producto de los cambios ocurridos en el patrón de la fecundidad de los últimos años en su proceso de disminución.

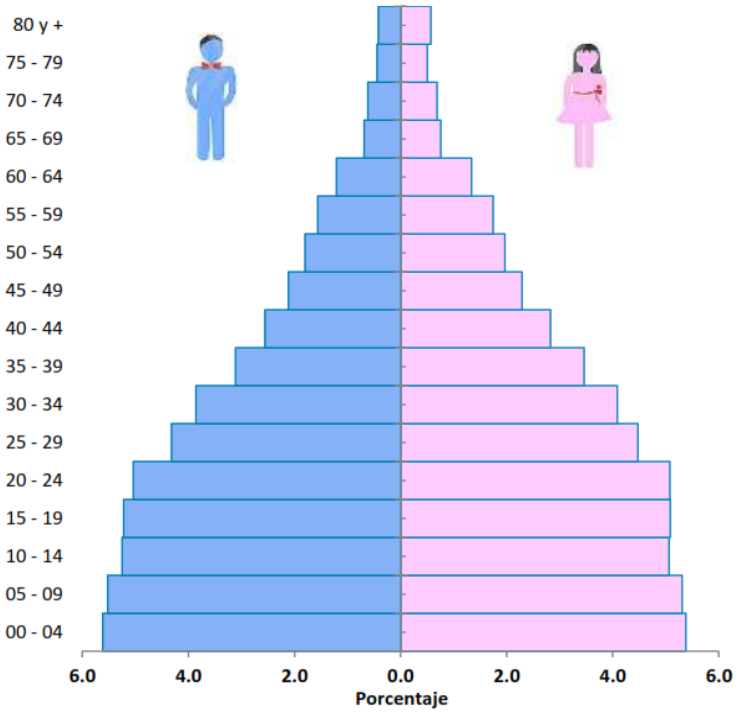


Figura 26. Pirámide poblacional de Nicaragua para el 2015

Fuente: Anuario Estadístico del INIDE, 2016.

Nicaragua se encuentra en una etapa de transición demográfica intermedia, con una fecundidad y mortalidad moderada que va descendiendo en cada quinquenio. Esta transición se manifiesta en un crecimiento poblacional moderado y una estructura etaria joven como se observa en la Figura 26. En la medida que avance la transición demográfica, se observa el descenso en la fecundidad, la mortalidad y en crecimiento (natural y total) de la población, al mismo tiempo que aumenta la esperanza de vida y por lo tanto una estructura poblacional más envejecida, como se observa en la Tabla 5.

Tabla 5. Indicadores demográficos por quinquenio

Indicadores demográficos	Quinquenios		
	2000-2005	2005-2010	2010-2015
Fecundidad			
Tasa Bruta de Natalidad (por mil)	26.28	24.87	23.17
Tasa Global de Fecundidad	3.00	2.76	2.54
Mortalidad			
Tasa Bruta de Mortalidad (por mil)	5.04	4.77	4.64
Tasa de Mortalidad Infantil (por mil)	26.40	21.50	18.10

Indicadores demográficos	Quinquenios		
	2000-2005	2005-2010	2010-2015
Esperanza de vida al nacer	70.82	72.89	74.51
Crecimiento Natural			
Crecimiento Anual (en miles)	111.99	113.22	111.14
Tasa de Crecimiento Natural (por mil)	21.24	20.1	18.53
Crecimiento Total			
Crecimiento Anual (en miles)	70.71	73.22	73.14
Tasa de Crecimiento Total (por mil)	13.41	13.00	12.19

Fuente: Elaboración propia con datos de INIDE-2016.

Alcance de la Salud

A partir del año 2008 en Nicaragua, el GRUN ha desarrollado e implementado un nuevo "Modelo de Salud Familiar y Comunitario", fundamentado en la restitución del derecho a la salud, planteando acciones dirigidas a trabajar desde la comunidad de forma conjunta y organizada. Para atender el nuevo modelo el Ministerio de Salud (MINSA), contempló la organización de establecimientos de salud en redes, con complejidad diferenciada y los categorizó de acuerdo al nivel de resolución, la cobertura geográfica, el grado de complejidad, entre otras cuestiones, de la siguiente manera:

- **Establecimientos de salud comunitarios**: es la mínima unidad territorial-poblacional de un municipio o distrito, se conciben como punto de encuentro donde la población voluntaria es capacitada como el primer eslabón del sistema. Se divide en Casas Base y Casas Maternas.
- **Casas Base:** estas tienen el propósito de impulsar el autocuidado de la salud, realizando actividades de prevención, promoción y asistencia básica a los principales problemas de salud. A nivel nacional en el año 2015 se contaba con aproximadamente 6,000 Casas Base.
- **Casas maternas:** tienen como objetivo apoyar en la reducción de la mortalidad materna y neonatal, así como acercar a la mujer que reside en zonas rurales para atender embarazos, partos, recién nacidos y puerperio de bajo riesgo. Se contabilizaban 169 Casas Maternas a nivel nacional con más de 2000 camas para el año 2015.
- **Establecimientos del Ministerio de Salud:** el MINSA contabilizó 1,389 unidades de Salud para el año 2015, las cuales están clasificadas en ocho categorías de establecimiento de salud, con el propósito de acercar el servicio a

la población, a continuación, se describe el tipo de establecimiento por categoría y la cantidad a nivel nacional.

- **Puesto de Salud Familiar y Comunitario:** se contabilizaron 1,167, estos puestos son la unidad básica de la red municipal del MINSA y puede estar en áreas urbanas y rurales. Su objetivo es responder con la participación comunitaria al reto de preservar la salud y enfrentar los principales problemas de salud de la población.
- **Centro de Salud Familiar:** se contaba con 144, estos puestos son unidades de salud de atención ambulatoria, cuya función principal es apoyar a los Puestos de Salud Familiar y Comunitario, ya que posee mayor capacidad para realizar diagnósticos, tratamientos, educación para la salud e inspecciones sanitarias, entre otras. Además, proporciona servicios orientados a la promoción, prevención y atención oportuna al daño, según lo definido por el conjunto de prestación de servicios y acorde a la demanda, y puede estar en sectores aledaños a áreas urbanas y periurbanas o semirrurales.
- **Hospital Primario:** contabilizados 37 a nivel nacional, estas unidades de salud brindan servicios de pediatría, ginecoobstetricia, servicio de observación para adultos en medicina y cirugía general; pueden contar con 15 a 40 camas, además de cumplir con las funciones de un centro de salud familiar, se encuentran localizados principalmente en cabeceras municipales y tienen un área de influencia rural (no cabecera departamental).
- **Policlínicos:** se contabilizaban 2 a nivel nacional, son unidades de atención ambulatoria, cuentan con servicios especializados en cuatro áreas básicas de forma permanente: (cirugía general, medicina interna, ginecoobstetricia y pediatría, además puede contar con otras especialidades y/o subespecialidades, en función del perfil epidemiológico y demanda de su área de influencia. Además, cumplen con las funciones de los centros de salud familiar se encuentran localizadas en cabeceras departamentales.
- **Hospital Departamental:** a nivel nacional había 11, atienden pacientes hospitalizados y cuentan especialidades básicas como medicina interna, cirugía general, pediatría, neonatología, ginecoobstetricia, ortopedia y traumatología. Además, tiene sala de urgencias donde las personas llegan de forma espontánea o son llevadas por los servicios de atención extrahospitalaria (Cruz Roja y Bomberos), también reciben traslados de pacientes de policlínicos, hospitales primarios y centros y puestos de salud familiar. Al mismo tiempo, es una Unidad Docente de pre y postgrado, fomenta el proceso investigativo, priorizando su aplicación a los problemas de salud que atiende.

- **Hospital Regional:** se contaba con 7, atienden pacientes hospitalizados y tiene una amplia gama de atención de especialidades, además de las básicas con las que cuenta el Hospital departamental, como otorrinolaringología, cuidados intensivos, departamento de medios de apoyo al diagnóstico con rayos x, laboratorio clínico especializado, entre otros. Al mismo tiempo es una Unidad Docente de pre y postgrado, fomenta el proceso investigativo priorizando su aplicación a los problemas de salud que atiende.
- **Hospital con Servicios de Referencia Nacional:** hasta esa fecha se contabilizaron 15, es la cúspide de la atención curativa para las personas en las áreas clínico-quirúrgicas a las que sirven, reciben pacientes de todas las unidades de salud antes mencionadas, está organizado en atención por subespecialidades. Al mismo tiempo es una Unidad Docente de pre y postgrado, fomenta el proceso investigativo, priorizando su aplicación a los problemas de salud que atiende. En esta categoría se incluyen hospital Militar, hospital de la Policía Nacional y hospitales del Instituto Nicaragüense de Seguridad Social (INSS).
- **Servicios Nacionales de Tercer Nivel de Atención:** a nivel nacional se contabilizaron 6, son Unidades de Salud con un perfil especializado en una sola rama de la medicina, que contienen servicios únicos nacionales y que tienen como característica la producción de conocimientos científicos. Además, atienden la demanda referida de los hospitales de referencia nacional, hospitales regionales y departamentales.

En el año 2015, el MINSA prestó 43,751,892 servicios médicos como exámenes de laboratorio 51.68%, consultas médicas 34.50%, programa de atención a la mujer (controles pre y posnatales) 6.99%, programa de atención al niño 3.45%, placas de rayos X 1.81% y consultas odontológicas 1.57%. Cumpliendo así con la restitución del derecho a la salud de la población nicaragüense.

Alcance de la Educación

Según los datos del Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE, 2016), para el año 2015 en Nicaragua se contabilizaba una capacidad instalada de 20,499 centros educativos de los cuales el 87% son públicos y el 13% privados. Divididos de acuerdo con la tipología de enseñanza en preescolar, primaria, secundaria, superior o universidades, técnica, educación especial y otra. Se registró una matrícula inicial de 2,277,240 estudiantes que ingresaron al sistema educativo en sus distintas modalidades, de estos el 49% eran hombres y el 51% mujeres. A continuación, se presenta la cantidad de centros por tipología de enseñanza y su población estudiantil.

- La capacidad instalada del programa de educación especial consiste en 27 centros educativos, representando a nivel nacional el 0.2% de la infraestructura educacional existente hasta esa fecha; de estos 25 (93%) son públicos y 2 (7%) privados. La población estudiantil matriculada en el año 2015 fue de 1,050 (57% hombres y 43% mujeres), representando el 0.05% de la población estudiantil nacional.
- Para el programa de educación preescolar, el país en el 2015 contaba 8,984 centros educativos, que a nivel nacional representan el 43.8% de la infraestructura existente hasta esa fecha; de estos 8,084 (90%) son públicos y 900 (10%) privados. La población estudiantil matriculada en el año 2015 fue de 251,532 (50% hombres y 50% mujeres) representando el 11.05% de la población estudiantil nacional, el 47% de los estudiantes se encuentran en el área urbana y el 53% en el área rural.
- La capacidad instalada del programa de educación primaria consiste en 9,619 centros educativos, representando a nivel nacional el 46.9% de la infraestructura educacional existente hasta esa fecha; de estos 8,483 (88%) son públicos y 1,136 (12%) privados. La población estudiantil matriculada en el año 2015 fue de 853,615 (51% hombres y 49% mujeres), representando el 37.48% de la población estudiantil nacional. El 43% de los estudiantes se encuentran en el área urbana y el 57% en el área rural.
- La capacidad instalada del programa de educación secundaria consiste en 1,753 centros educativos, representando a nivel nacional el 8.6% de la infraestructura educacional existente hasta esa fecha; de estos 1,266 (72%) son públicos y 487 (28%) privados. La población estudiantil matriculada en el año 2015 fue de 480,692 (49% hombres y 51% mujeres), representando el 21.11% de la población estudiantil nacional.
- La capacidad instalada del programa de educación superior consiste en 60 centros educativos representando a nivel nacional el 0.3% de la infraestructura educacional existente hasta esa fecha; de estos 10 (17%) son públicos y 50 (83%) privados. La población estudiantil matriculada en el año 2015 fue de 115,659 (43% hombres y 57% mujeres), representando el 5.08% de la población estudiantil nacional.
- En el caso del sistema educativo técnico, para el 2015 se registraron 43 centros educativos representando a nivel nacional el 0.2% de la infraestructura educacional existente hasta esa fecha; para este año no se cuenta con información de los centros privados que funcionan en el país. La población estudiantil matriculada en el año 2015 fue de 307,696 (47% hombres y 53% mujeres) representando el 13.51% de la población estudiantil, estos datos

incluyen Dependencia Estatal y Formación a Distancia, según el Departamento de Planificación y Desarrollo del Instituto Nacional Tecnológico (INATEC).

- La educación de adultos equivale a los 11.37% y la formación docente 0.36%. Estos no cuentan con infraestructura específica para el desarrollo de sus programas educativos, utilizando los centros de educación de las otras modalidades.

1.1.3. Perfil socioeconómico

Nicaragua a partir del año 2007, ha reorientado las políticas públicas a la lucha contra la pobreza y la restitución de derechos, para esto, implementó un reordenamiento institucional que articula de manera interinstitucional (Gobierno Central, Municipal y Organización Comunitaria) para impulsar un cambio real e incidir en los indicadores de desarrollo humano y sostenibilidad del país.

En el año 2007, el GRUN publica el primer Programa Económico Financiero (PFE) para el período 2007-2010, el cual introdujo un nuevo enfoque social, tenía como objetivo central la reducción de la pobreza y el crecimiento económico sostenido, centrado en el desarrollo de elementos aglutinadores del desarrollo económico y social, a través de la prestación de bienes y servicios de educación, salud, agua y saneamiento, alimentación, protección social, vivienda, formación y capacitación a los más pobres. Este enfoque social se ha mantenido de forma continuada en los subsiguientes programas económicos desarrollados, para los períodos 2013-2016 y 2014-2018.

La articulación interinstitucional y los ajustes en las políticas públicas orientadas al bien común, son la base de los Planes Nacionales de Desarrollo Humano (PNDH), los cuales son congruentes con los ODS y con la Herencia Programática de Sandino, presentada al pueblo de Nicaragua en 1969. La implementación de estos planes de manera consecutiva y estructurada, desde lo nacional hasta el nivel comunitario, han generado cambios profundos en las dinámicas territoriales y el bienestar de la población nicaragüense.

Para sentar las bases ideológicas y programáticas e impulsar la lucha contra la pobreza y la construcción de un proceso de desarrollo humano y sostenible a corto, mediano y largo plazo, el GRUN presenta el primer PNDH (2008 -2012), el cual fue actualizado en el 2009, como respuesta a la crisis económica mundial causada por el aumento de los precios internacionales del petróleo, que impidió “lograr las metas establecidas para los dos primeros años y que afectó las perspectivas de la economía para el resto del quinquenio (Gobierno de Nicaragua, 2009c). A este plan le siguieron los Planes de Desarrollo Humano 2012–2016, 2018–2021. Actualmente se está implementando el Plan Nacional de Lucha contra la Pobreza y para el Desarrollo Humano (2022–2026), a través

del cual se continúa avanzando en la construcción de territorios más resilientes y sostenibles.

A continuación, se presentan algunos de los logros del país relacionados con la reducción de la pobreza, desigualdad, soberanía y seguridad alimentaria alcanzados hasta el año 2016.

Reducción de la pobreza

Desde 2007, el GRUN ejecuta políticas, programas y proyectos emblemáticos y acertados, que han logrado reducir de manera sostenida los índices de pobreza general y pobreza extrema, pasando la Pobreza General de 42.5% a 24.9% y la Pobreza Extrema de 14.6% a 6.9% entre 2009 y 2016, según las Encuestas de Medición del Nivel de Vida (EMNV) de dichos años; revirtiendo la tendencia ascendente de la pobreza observada en las EMNV de 2001 y 2005 (Figura 27).

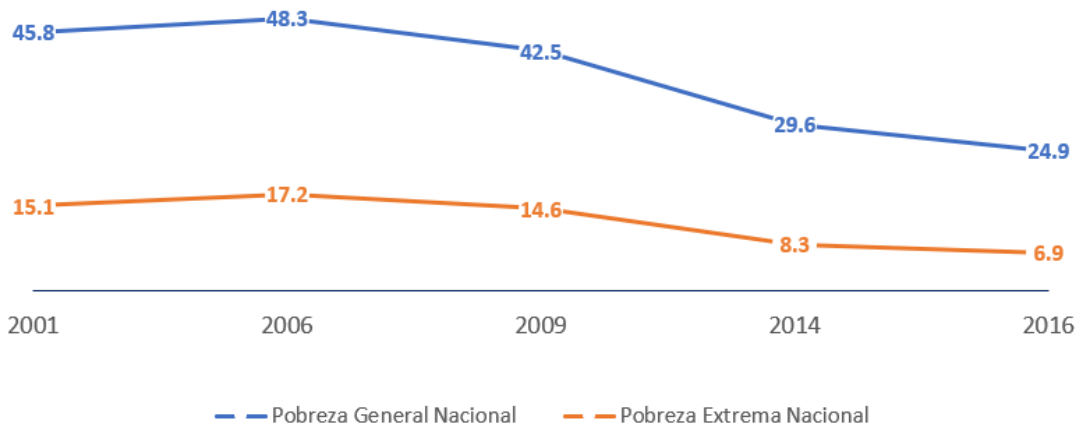


Figura 27. Indicador de reducción de la pobreza

Fuente: INIDE, 2016.

Para apoyar la reducción de la pobreza, desde el 2007 el GRUN ha impulsado medidas responsables de mejoramiento de la eficiencia en la recaudación y estabilidad macroeconómica, que permitan contar con recursos financieros para apuntalar la inversión pública en energía-electrificación, mejoras en el sistema de infraestructura vial, salud y fortalecimiento de los ambientes escolares.

La aplicación de políticas redistributivas focalizadas en las familias más pobres mediante programas sociales (Hambre Cero, Usura Cero, Crissol, Plan Techo, Bono Productivo, entre otros), subsidios a los servicios públicos que favorecen la universalidad, salud y educación gratuitas. Paralelamente, se ha progresado en la gestión de recursos externos, elevando la eficacia en la ejecución.

Reducción de la desigualdad

El país avanza en una mejor distribución del consumo per cápita entre la población nicaragüense. En 2014, el quintil con mayor consumo (quintil 5), acumulaba el 45.4% del consumo total y en la última medición de 2016 el resultado fue de 41.0%. Por su parte, el quintil con menor consumo (quintil 1), acumulaba en 2014 el 6.8% del consumo total, lo que aumentó a 7.6% en 2016.

En 2014, el consumo per cápita nacional del quintil 5 era 6.6 veces mayor que el del quintil 1, mientras que, en 2016, esa relación disminuyó a 5.4 veces, lo que indica una reducción de la desigualdad, en el consumo per cápita de la población nicaragüense.

Por otro lado, tomando el Coeficiente de Gini como indicador del grado de desigualdad del consumo anual per cápita nacional, se ha registrado una reducción de este, pasando de 0.38 en 2014 a 0.33 en 2016.

Soberanía y seguridad alimentaria

Nicaragua es el único país de la región que produce aproximadamente el 80% de los alimentos que consume y, para asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción y aplicar prácticas resilientes que aumenten la productividad y la producción, a partir del 2007 se ha avanzado en la atención a las familias productoras, con este propósito y al manejo sostenible de los recursos naturales y la seguridad alimentaria.

Según la FAO, entre 1990 y 2014, se redujo el hambre en Nicaragua a más de la mitad, al disminuir la proporción de personas subnutridas en la población total de 54.4%, en 1990-1992, a 16.6% en 2012-2014. Por tanto, se alcanzó el objetivo de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación (CMA), y la meta de los Objetivos de Desarrollo del Milenio de reducir a la mitad entre 1990 y 2015 el número de personas subnutridas y la proporción de personas que padecen hambre.

La FAO seleccionó al Programa Integral de Nutrición Escolar (PINE), como una de las 4 mejores iniciativas alimentarias del mundo, con el que se ha logrado cubrir con merienda escolar a 1.05 millones de niños(as) a nivel nacional; complementado con 2,225 huertos escolares y el aporte de madres y padres de familia organizados en los Comités de Alimentación.

1.1.4. Situación de género en Nicaragua

A partir del 2007, el GRUN lleva a la práctica reivindicaciones de género, reconociendo el protagonismo de las mujeres como impulsoras de cambios y generadoras de desarrollo, fomentado su participación plena a través del acceso a bienes y medios productivos en equidad e igualdad de derechos y oportunidades.

El PNDH (2012-2016), incorpora como alta prioridad la Igualdad y Equidad de Género mediante la Política para el Desarrollo de la Mujer, promoviendo la participación real y efectiva de las mujeres, prioriza su liderazgo y empoderamiento en puestos de dirección en los ámbitos laboral, político, gremial y comunitario (Gobierno de Nicaragua, 2009c, 2012).

En 2015, el Informe sobre la Brecha Global de Género del Foro Económico Mundial (WEF, por sus siglas en inglés) ubica a Nicaragua en puesto número 12 de los países que tienen la menor brecha de género, avanzando 78 posiciones en relación con el lugar 90 que tenía en el año 2007. También encabezó la Lista Mundial de Gabinetes Ministeriales con más participación de Mujeres con un 57% alcanzando el 8vo lugar de esa lista.

A continuación, se presentan algunos de los principales logros reportados por el GRUN en el séptimo, octavo, noveno y décimo informe combinado, presentado ante el Comité para la Eliminación de la Discriminación contra la Mujer (CEDAW, por sus siglas en inglés) (Gobierno de Nicaragua, 2019b):

- Respecto al acceso a la propiedad, el GRUN ha priorizado a las mujeres en los Planes de Titulación, brindando seguridad jurídica en su derecho a la vivienda. En el período comprendido de 2007-2016 se emitieron 454,969 títulos de propiedad a favor de mujeres, que equivale al 54% del total de títulos de propiedad entregados, mientras que el 46% beneficiaron a hombres.
- Sobre la inclusión financiera y productiva se han impulsado programas que contribuyen a la capitalización de mujeres organizadas en grupos solidarios, otorgándose créditos con tasas de interés justas, bienes e insumos de producción para fortalecer el emprendimiento económico y capacidades productivas. Es el caso del Programa de Microcrédito Usura Cero que entregó 510,454 créditos durante el período 2007-2018. Asimismo, el Ministerio de Economía Familiar, Comunitaria, Cooperativa y Asociativa (MEFCCA) promueve programas de inversiones productivas que benefician a 640,947 mujeres y registra 133,124 mujeres asociadas en cooperativas.
- En el 2007, se crea el Programa Productivo Alimentario para aportar a la reducción de la pobreza y el hambre en las familias rurales, mediante la capitalización con

bienes productivos. Del 2007-2016 se entregaron 282,797 bonos a mujeres del área rural. Ambos programas asumen una práctica real de género, aportando a la disminución de la brecha de género, empoderamiento económico de las mujeres y la seguridad alimentaria de las familias.

- El Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) desde 2007, fortalece una estrategia de atención a mujeres productoras, asegurando oportunidades de innovación tecnológica, profundizando las capacidades en producción, agregación de valor y comercialización de los productos agropecuarios a 125,978 mujeres.
- En cuanto al acceso a la salud, el MINSA registra del 2007 al 2016 la atención de 1,214,121 partos institucionales, la atención de parto pasó de 51.5% en el 2006 a 96% en el 2016, siendo determinante la promoción oportuna de la atención prenatal y la disponibilidad de unidades de salud para la atención adecuada del parto.
- Además, se han construido, rehabilitado y equipado unidades de salud y clínicas móviles con programas especiales para la prevención y atención integral de enfermedades, que afectan a las mujeres, tales como el cáncer de mamas, cervicouterino y otras enfermedades crónicas degenerativas y transmisibles.
- Desde el 2013, el Ministerio de Hacienda y Crédito Público (MHCP), estableció condiciones normativas y metodológicas, que guían a las instituciones públicas en la Incorporación de Prácticas de Género en el Presupuesto General de la República y el Marco de Gasto Institucional de Mediano Plazo, para la identificación de recursos financieros destinados a prácticas de género, en los programas institucionales.

1.1.5. Aspectos económicos

Nicaragua es una economía en desarrollo, con apertura comercial, libre movilidad de capitales y que opera bajo un esquema cambiario de minidevaluaciones preanunciadas. Durante el período 2010-2017, el país se destacó con el mayor crecimiento (promedio de 5.28%) dentro de la región centroamericana (BCN, 2021).

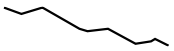
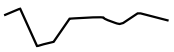
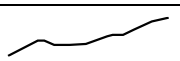
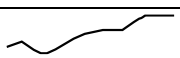
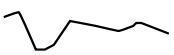
El Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE) en el año 2018 publicó un documento denominado “Estrategia de País, Nicaragua 2018-2022”, en el cual se presentan los principales resultados económicos de Nicaragua para el período 2013-2017 y las perspectivas de implementación de las estrategias de desarrollo para el período 2018-2022.

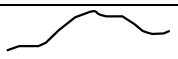
En ese documento se destaca que la economía nicaragüense ha mantenido una dinámica de crecimiento robusto, que ha destacado en la región centroamericana. El país se ha posicionado gradualmente como líder del crecimiento económico regional, alcanzando una tasa promedio de 5.3% en el período 2013-2017, que supera el exhibido por el conjunto de los países centroamericanos (3.6%) e inclusive el promedio de América Latina y el Caribe (1.2%). Cabe destacar que el dinamismo de la economía se refleja en el comportamiento positivo de la mayoría de sus actividades productivas, entre las que destacan la explotación de minas y canteras, construcción, industria manufacturera, actividades vinculadas al turismo, los servicios y la actividad agrícola.

El acceso a nuevos mercados ha implicado una mejora necesaria en los estándares de calidad, a lo largo de todas las etapas del proceso de producción y distribución, lo cual se ha impulsado, en parte, por las políticas de promoción y diversificación del comercio exterior.

Por otro lado, la estabilidad en el aporte de la formación bruta de capital en el Producto Interno Bruto (PIB), facilitada en parte por el mayor protagonismo de la inversión pública, ha permitido la ampliación gradual de la red de infraestructura productiva y social, lo que ha tenido un impacto directo en la competitividad y en la productividad de la economía, al facilitar el cierre de brechas de infraestructura en sectores clave como el energético, vial, transporte y telecomunicaciones, entre otros. Este aporte se vuelve relevante debido a que permite sentar las bases para un salto cualitativo y cuantitativo en los niveles de producción nacional, desde una perspectiva de sostenibilidad (Tabla 6).

Tabla 6. Determinantes del PIB 2007-2017

Variable		2007	2012	2017	Evolución
PIB	Millones de córdobas	136,950.2	247,993.9	16,427.8	
Consumo	Millones de córdobas	130.916.9	221,278.1	53,222.5	
	Participación del PIB	95.6 %	89.2 %	84.8 %	
Inversión	Millones de córdobas	42,871.0	76,907.1	124,283.6	
	Participación del PIB	31.3 %	31.0 %	29.8 %	
Pública	Millones de córdobas	6,053.2	13,704.8	31,881.6	
	Participación del PIB	4.4 %	5.5 %	7.7 %	
Privada	Millones de córdobas	36,817.7	63,202.3	92,402.0	
	Participación del PIB	26.9 %	25.5 %	22.2 %	

Variable		2007	2012	2017	Evolución
Exportaciones	Millones de córdobas	45,280.6	117,720.6	68,414.8	
	Participación del PIB	33.1 %	47.5 %	40.4 %	
Importaciones	Millones de córdobas	82,118.3	167,912.0	29,493.1	
	Participación del PIB	60.0 %	67.7 %	55.1 %	

Fuente: BCIE, 2018.

El país ha fortalecido la composición de sus flujos externos favoreciendo una mayor diversificación de sus mercados de bienes y las fuentes de financiamiento de largo plazo, reduciendo el riesgo al país. Por un lado, en el período 2013-2017, el intercambio comercial creció 44.0% (US$12,639.0 millones) con respecto al período 2006-2012. Esto fue resultado del impulso mostrado por las exportaciones 51.9% (US$4,254.0 millones) y las importaciones, las cuales aumentaron un 40.8% (US$8,384.0 millones). Esta dinámica ha venido de la mano de una gradual diversificación comercial, tanto de la oferta exportable como de los mercados destinos, lo cual reduce la vulnerabilidad del país ante los shocks de precio y demanda (BCIE, 2018).

1.2. Marco político, normativo e institucional de Nicaragua

Según la Constitución Política, Nicaragua es un Estado independiente, libre, soberano, unitario e indivisible. Es una República democrática ejercida de forma directa, participativa, y representativa.

La Constitución Política establece que las funciones delegadas del Poder Soberano se manifiestan a través de sus cuatro Poderes del Estado: Poder Legislativo, Poder Ejecutivo, Poder Judicial y Poder Electoral, estos son independientes entre sí y se coordinan armónicamente. Tienen funciones especializadas y separadas, subordinados únicamente a los intereses supremos de la nación.

- El Poder Legislativo lo ejerce la Asamblea Nacional, por delegación y mandato del pueblo, está integrada por noventa diputados con sus respectivos suplentes, elegidos por voto universal, igual, directo, libre y secreto, mediante el sistema de representación proporcional.
- El Poder Ejecutivo lo ejerce el Presidente de la República, quien es Jefe de Estado, Jefe de Gobierno y Jefe Supremo del Ejército de Nicaragua.
- La justicia emana del pueblo y será impartida en su nombre y delegación por el Poder Judicial, integrado por los Tribunales de Justicia, los cuales forman un sistema unitario, cuyo órgano superior es la Corte Suprema de Justicia.

- El Poder Electoral está integrado por el Consejo Supremo Electoral y demás organismos electorales subordinados.

La Constitución Política de Nicaragua consagra que el territorio nacional se divide para su administración, en Departamentos, Regiones Autónomas de la Costa Caribe y Municipios, que son la unidad base de la división política administrativa del país.

Las comunidades de la Costa Caribe tienen el derecho inalienable de vivir y desarrollarse bajo la forma de organización político-administrativa, social y cultural que corresponde a sus tradiciones históricas y culturales. Los miembros de los Consejos Regionales Autónomos serán elegidos por el pueblo mediante el sufragio universal, igual, directo, libre y secreto por un período de cinco años.

El marco legal del régimen especial de Autonomía de las Regiones de la Costa Caribe (RACCN y RACCS), definido en la Constitución Política de la República de Nicaragua, se desarrolla en la Ley N°28, Estatuto de Autonomía de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe de Nicaragua publicada en La Gaceta, Diario Oficial N°155 del 18 de agosto de 2016, mediante la cual se crearon dos Consejos Regionales Autónomos y sus respectivos Gobiernos Regionales.

La Ley N°445, Ley de Régimen de Propiedad Comunal de los Pueblos Indígenas y Comunidades Étnicas de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe de Nicaragua y de los ríos Bocay, Coco, Indio y Maíz, publicado en La Gaceta Diario Oficial N°16 del 23 de enero de 2003, garantiza a los Pueblos Originarios y Afrodescendientes el pleno reconocimiento de los derechos de uso, administración y manejo de las tierras tradicionales y sus recursos naturales, lo que configura al régimen administrativo de los Pueblos Originarios y Afrodescendientes, como la unidad base política y administrativa, diferenciándolo del resto del país.

Según establece la Constitución, la preservación del ambiente y la conservación, desarrollo y explotación racional de los recursos naturales corresponden al Estado. Los nicaragüenses tienen derecho a habitar en un ambiente saludable y es obligación del Estado la preservación y rescate del medio ambiente y los recursos naturales. El Estado tiene la responsabilidad de promover y asegurar el bien común. Los Gobiernos municipales tienen competencia en todas las materias que incidan en la conservación del ambiente y los recursos naturales de su circunscripción territorial.

1.2.1. Marco normativo e institucionalidad del cambio climático de Nicaragua

En el período de reporte de la Cuarta Comunicación, se observan tres fases de desarrollo de la institucionalidad climática en Nicaragua, que se describe a continuación:

Primera fase: fortalecimiento institucional basado en los instrumentos de política de cambio climático. La Ley N°217, Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales de Nicaragua publicada en La Gaceta, Diario Oficial N°105 del 06 de junio de 1996, fue modificada en el año 2008, con una reforma que dispuso la formulación e impulso de una Política de Cambio Climático, a fin de incorporar la adaptación y mitigación en los planes sectoriales. Esta política se orientó a:

- Impulsar los mecanismos de adaptación de las poblaciones vulnerables, mediante la implementación de planes y estrategias a nivel regional y nacional.
- Fortalecer las capacidades institucionales y de los grupos de actores clave en la gestión del cambio climático, y evaluar la vulnerabilidad y la adaptación de los sistemas humanos priorizados ante el cambio climático, la variabilidad, riesgos y eventos extremos.
- Desarrollar las capacidades, promover y apoyar la disponibilidad e intercambio de información entre los diferentes sectores nacionales.
- Contribuir al monitoreo, seguimiento y evaluación de la variabilidad climática en los distintos sistemas humanos y de interés socioeconómico para el país.

En 2009, a partir de la Resolución sobre Cambio Climático y su Adaptabilidad en Nicaragua (Gobierno de Nicaragua, 2009d), se instó a las autoridades respectivas a la aplicación de medidas de prevención y evaluación de los riesgos del cambio climático en las inversiones, infraestructuras y programas productivos, con énfasis en las inversiones públicas, para propiciar una ruta de desarrollo limpio de largo plazo que permita reducir la tasa de crecimiento de emisiones, con respecto a 1990.

La resolución antes mencionada, dispuso a la Comisión Permanente del Medio Ambiente y los Recursos Naturales de la Asamblea Nacional, que: (i) coadyuve con todos los sectores del país, para que impulsen y ejecuten Planes de Adaptación al Cambio Climático; (ii) promueva la sensibilización social sobre Cambio Climático; (iii) realice evaluaciones anuales sobre el avance de la adaptabilidad de Nicaragua frente al Cambio Climático; (iv) dé seguimiento permanente a las acciones gubernamentales y no gubernamentales, dirigidas a promover la adaptabilidad de nuestro país frente al Cambio Climático. Además, complementa las estrategias elaboradas desde el poder ejecutivo, así como aquellas políticas que específicamente corresponden al MARENA.

En el año 2010, se formuló la Estrategia Nacional Ambiental y de Cambio Climático (ENACC) y su Plan de Acción 2010-2015 (MARENA, 2010b), la cual representa el marco general para la gestión del cambio climático y está conformada por cinco lineamientos estratégicos que se describen a continuación: (i) Educación Ambiental para la Vida, (ii) Defensa y Protección Ambiental de los Recursos Naturales, (iii) Conservación, Recuperación, Captación y Cosecha de Agua, (iv) Mitigación, Adaptación y Gestión de Riesgo ante el Cambio Climático, (v) Manejo Sostenible de la Tierra.

Este marco de referencia abarcó la ejecución de un Plan de Acción para el período 2010-2015, el cual mandataba el desarrollo de planes y acciones sectoriales e intersectoriales que promuevan la adaptación. En el caso del sector agrícola, se encuentra estrechamente dependiente de los recursos naturales agua, suelos, bosques y biodiversidad, a partir de los lineamientos de la Estrategia, en 2013 se formuló el Plan de Adaptación a la variabilidad y el Cambio Climático en el Sector Agropecuario, Forestal y Pesca de Nicaragua.

Adicionalmente, para el 2010, Nicaragua desarrolla un marco de actuación para la promoción de proyectos bajo Mecanismo de Desarrollo Limpio, aunque desde el año 2002 el país contaba con una Oficina Nacional de Desarrollo Limpio (ONDL) acreditada por el Gobierno de Nicaragua, como Autoridad Nacional Designada (AND) ante CMNUCC y ante la Junta Directiva del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), y como tal fue la única entidad nacional facultada para otorgar el aval gubernamental requerido para los proyectos que deseen ser registrados ante la Junta Ejecutiva del MDL y por ende, reclamar bonos de carbono (Gobierno de Nicaragua, 2002).

Uno de los objetivos prioritarios de la ONDL fue facilitar la implementación del MDL en Nicaragua, ofrecer asistencia técnica a formuladores de proyectos y promover la creación de capacidades nacionales, para utilizar este instrumento de financiamiento a proyectos de mitigación al cambio climático.

Segunda fase: fortalecimiento institucional basado en la creación de un espacio de coordinación institucional para la respuesta al cambio climático. Para febrero de 2019 se aprueba la Política Nacional de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y se crea el Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático (SNRCC). La coordinación del Sistema estuvo a cargo del MARENA, integrado por 14 representantes, de 12 instituciones del GRUN, incluyendo dos instituciones que facilitan la coordinación con los Gobiernos Regionales Autónomos de Costa Caribe y con los Gobiernos Municipales, Consejo Nacional de Universidades y representantes del sector privado (Gobierno de Nicaragua, 2019a).

La creación del SNRCC supuso el fortalecimiento del rol de MARENA, para facilitar la integración de la información sobre los esfuerzos del país en términos de adaptación y

mitigación y difundir los avances de Nicaragua en materia de gestión del cambio climático.

Durante el 2018, se remitió a la CMNUCC la Primera Contribución Nacionalmente Determinada (NDC, por sus siglas en inglés) de Nicaragua, formulada por el MARENA. El documento se elaboró considerando el potencial aporte de Nicaragua bajo diferentes escenarios de desarrollo económico y social futuro.

Tercera fase: fortalecimiento institucional basada en la creación de un espacio institucional especializado en cambio climático y el fortalecimiento de la coordinación para la gestión integral del cambio climático. Para el 2021, el GRUN, con el objetivo de fortalecer la gobernanza de la acción climática en Nicaragua, creó la Secretaría de Cambio Climático de la Presidencia de la República (SCCP) (Gobierno de Nicaragua, 2021a).

Inmediatamente después reemplaza el SNRCC creado en 2019, por el Sistema Nacional de Gestión del Cambio Climático (SNGCC) y se amplía su margen de actuación, desde la respuesta a la gestión integral del cambio climático. La SCCP ejerce la coordinación del Sistema Nacional de Gestión del Cambio Climático (Gobierno de Nicaragua, 2021b).

El Sistema es una instancia político-estratégica de consulta, elaboración y seguimiento de las políticas, normas, instrumentos y estrategias para promover el cumplimiento de las metas climáticas nacionales. Interactúa y se articula con otras instituciones e instancias de gobierno, en especial con el Sistema Nacional de Producción, Consumo y Comercio y con el Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (SINAPRED).

Según el Decreto de Creación del Sistema Nacional de Gestión del Cambio Climático y Establecimiento de los Principios y Lineamientos de la Política Nacional de Cambio Climático (Decreto Presidencial N°15-2021), el cual está integrado por los titulares de 21 instituciones e incorporan por primera vez, al Ministerio de la Mujer, al Ministerio de la Juventud, al Ministerio de Educación, al Ministerio de Salud, al Ministerio de Relaciones Exteriores, entre otros (Gobierno de Nicaragua, 2021b).

Al Sistema se le asignan las atribuciones de validar y someter a aprobación del Presidente de la República, la Política Nacional de Cambio Climático, las actualizaciones de las NDC, las Comunicaciones Nacionales de Cambio Climático, los INGEI, los Informes sobre el Marco de Transparencia Reforzado del Acuerdo de París, entre otros instrumentos.

A partir del impulso de la nueva institucionalidad del cambio climático de Nicaragua, se refuerzan sus capacidades de coordinación, complementariedad, eficacia de la gestión

y el financiamiento climático, que se expresan en la aprobación de la Política Nacional de Cambio Climático (Gobierno de Nicaragua, 2022a).

La Política Nacional de Cambio Climático parte de un proceso de análisis y consultas nacionales sobre la necesidad de fortalecer los enfoques intersectoriales y transversalizar las acciones para enfrentar los impactos del cambio climático. Esta política, refuerza políticas y líneas de acción para impulsar con integralidad y efectividad la gestión del cambio climático a nivel nacional, en los sectores de la salud, de la gestión integral del agua, de la conservación y aprovechamiento sustentable de los océanos y de los ecosistemas marino-costeros. También enfatiza la necesidad de articular la agenda de educación superior, ciencia y tecnología, con la política nacional de cambio climático con sentido de pertinencia y oportunidad.

Este instrumento responde a la necesidad de articular la gestión climática al PNLCP-DH (2022-2026), instrumento que eleva la acción climática a un nivel de prioridad estratégica, incluyéndola en uno de sus doce ejes de acción: *"Medidas para enfrentar los impactos de la variabilidad climática y el cambio climático"* (Gobierno de Nicaragua, 2021c).

Además, la dinámica de las negociaciones internacionales, donde Nicaragua es un referente, exige un impulso similar en el ámbito de las políticas nacionales, en todos los pilares y ejes de la acción climática, para abordar, en particular, los desafíos asociados al eje de pérdidas y daños, al financiamiento climático y al Marco de Transparencia Reforzado previsto en el Acuerdo de París, con la finalidad de colocar al país a la vanguardia en marcos institucionales, relacionados con la gestión del cambio climático.

En cuanto a gobernanza, posiciona la importancia de continuar fortaleciendo capacidades en la planificación y ejecución del financiamiento climático, así como en la implementación eficaz de un sistema de seguimiento, monitoreo y evaluación de la acción climática en Nicaragua.

La implementación de la Política, de sus planes, programas y proyectos dependerá en la medida que los países desarrollados, asuman sus responsabilidades históricas causantes del calentamiento global y cumplan con sus compromisos de provisión de recursos financieros nuevos, predecibles y adicionales, así como, la transferencia de tecnología (Figura 28).

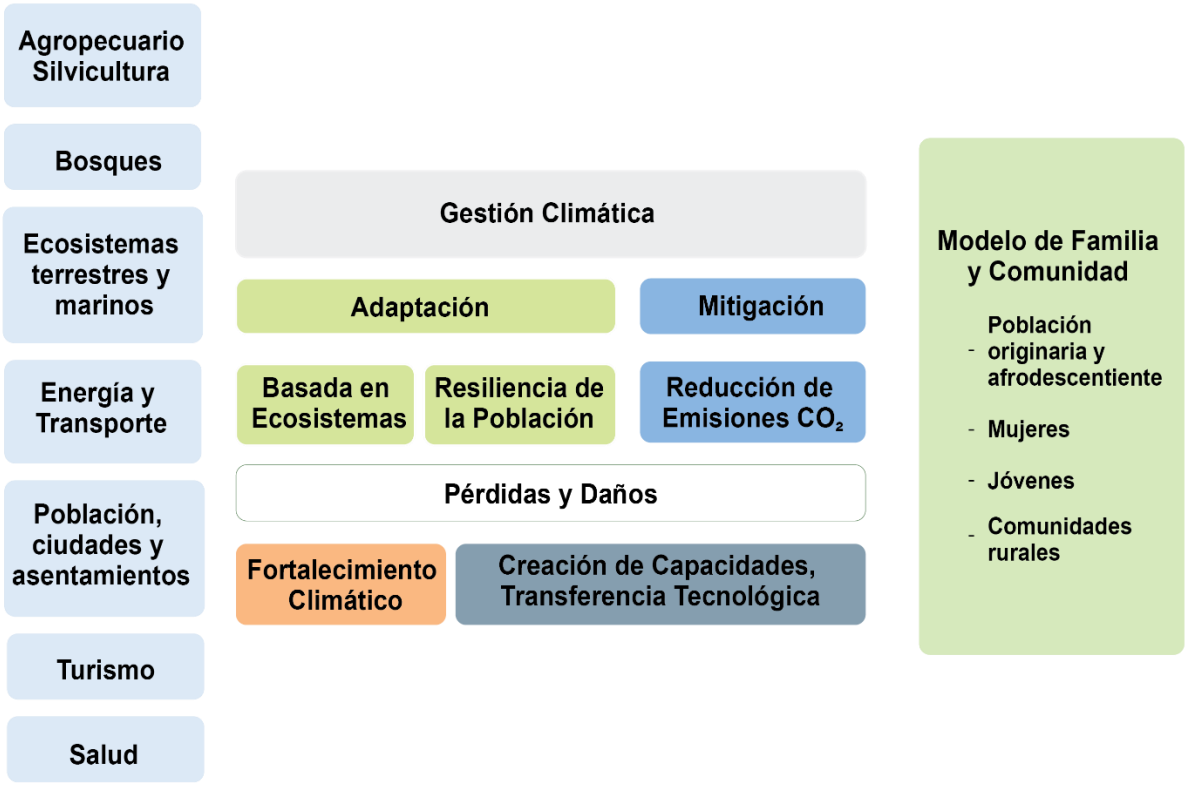


Figura 28. Gestión Integrada de la Política Nacional de Cambio Climático

Fuente: Elaboración propia.

En esta fase de fortalecimiento de la institucionalidad climática en Nicaragua, se propone un nuevo marco de actuación para la promoción de proyectos del MDL, con el objeto de adecuar progresivamente los procesos nacionales, a las directrices establecidas por la CMNUCC, relacionadas con el nuevo mecanismo propuesto en el artículo 6 del Acuerdo de París.

En este contexto, se crea el Comité nacional de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, como *"sucesor sin solución de continuidad de la Oficina Nacional de Desarrollo Limpio"* (Gobierno de Nicaragua, 2022b). La SCCP actúa como instancia coordinadora del Comité y es la autoridad nacional designada ante la Junta Ejecutiva del Mecanismo de Desarrollo Limpio.

Participación de Nicaragua en la gobernanza global del clima

Desde el año 2007, el GRUN ha puesto en práctica una política de protección y defensa de nuestra Madre Tierra, que se manifiesta en los planes nacionales de desarrollo humano que se han elaborado e implementado hasta la fecha.

El GRUN ha considerado que el cambio climático es uno de los principales obstáculos para el desarrollo del país y uno de los principales riesgos que enfrenta la humanidad. Por lo que ha realizado un esfuerzo diplomático sistemático en las negociaciones internacionales, lo que ha garantizado que Nicaragua haya logrado grandes consensos entre los países en desarrollo, desde el punto de vista científico, sobre este flagelo planetario.

Nicaragua participó en la COP15 como vocero y negociador principal de la Alianza Bolivariana para los Pueblos de Nuestra América (ALBA) en Copenhague 2009, donde se impidió la imposición por parte de los principales países emisores, de un acuerdo no consensuado, al margen de las negociaciones de las Naciones Unidas, sin transparencia o participación y en una forma antidemocrática, lográndose que solo se tomara nota.

Debido a que en esta COP los países desarrollados no logran imponer el acuerdo que ellos habían elaborado y consensuado, se generó un atraso en las negociaciones climáticas; ante esto, la CMNUCC continuó sus negociaciones en la forma establecida con bajo perfil por varios años, donde Nicaragua priorizó mantener y defender la letra y el espíritu de la CMNUCC.

En la COP20 celebrada en Lima, en el año 2014, Nicaragua ejerció la Vicepresidencia y apoyó las posiciones presentadas por el G-77+China, ALBA y el Grupo de Países de Ideas Afines sobre la incorporación de todos los elementos de la Convención en términos de mitigación, adaptación, pérdidas y daños, financiamiento, transferencia de tecnología y construcción de capacidades, así como responsabilidades históricas, responsabilidades comunes pero diferenciadas y los compromisos legalmente vinculantes de los países desarrollados, de suministrar a los países en desarrollo financiamiento, transferencia de tecnologías y construcción de capacidades, contenidos en los principios de Río 1992, Río+20, el Protocolo de Kioto y la Hoja de Ruta de Bali; y que estos deberían verse claramente reflejados en el Acuerdo sobre Cambio Climático a firmarse en París en el 2015.

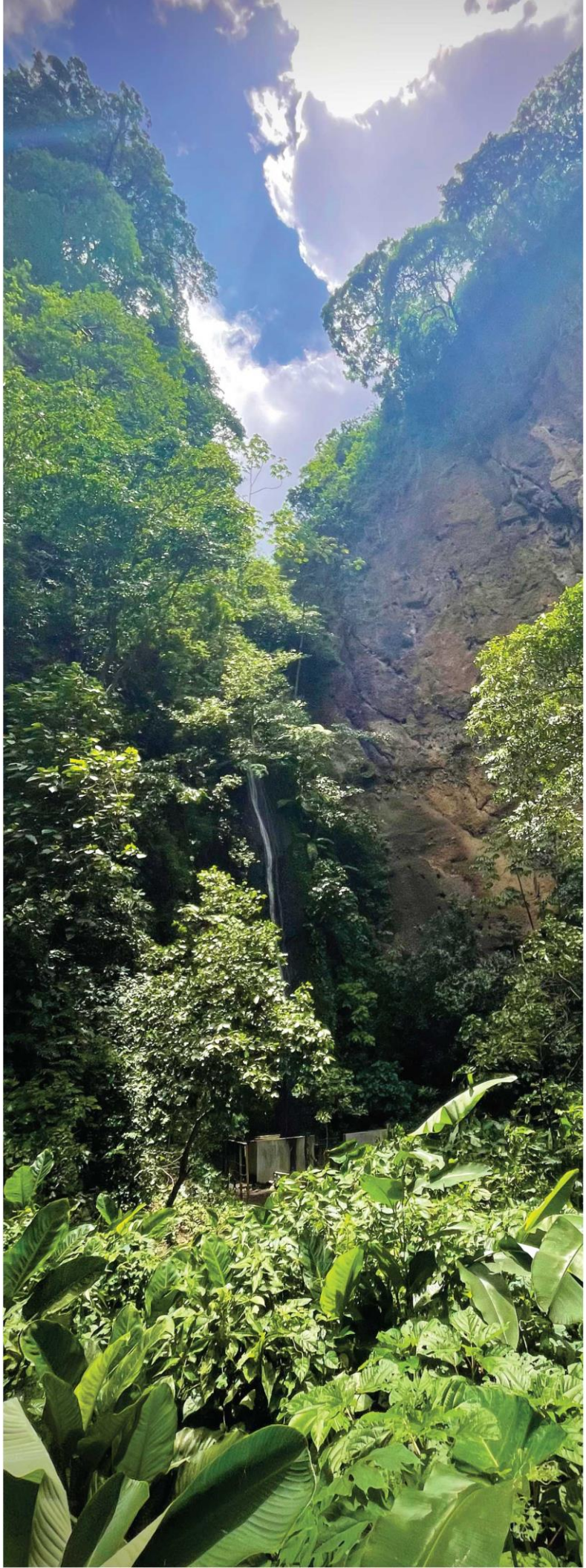
En la COP21 celebrada en París en el año 2015; Nicaragua vuelve a ejercer la vicepresidencia. En conjunto con Bolivia, se negoció que el objetivo de la reducción fuera de 1.5ºC en vez de 1ºC, lo cual fue aceptado por la COP y retomado en el Acuerdo de París. Además, se logró que la CMNUCC encomendara al IPCC un Informe especial, sobre los impactos del calentamiento global de 1.5ºC, dicho informe fue publicado en el año 2018.

En octubre del 2017, Nicaragua firmó el Acuerdo de París con el consenso de la mayoría de los países, de que los compromisos eran insuficientes y se esperaba más ambición, posición que sigue vigente, siendo uno de los temas principales abordados en las siguientes COP.

Nicaragua ha tenido una destacada participación por sus posiciones en las diferentes reuniones de instancias como: Comité Permanente de Finanzas (SCF, por sus siglas en inglés), Fondo de Adaptación, GEF y el Fondo Verde para el Clima (FVC), donde Nicaragua formó parte del Comité de transición que diseñó la propuesta de organización del Fondo.

Nicaragua ha sido elegida por los países en desarrollo para representarlos como copresidente de la Junta Directiva en el Fondo Verde para el Clima en los años 2011 y 2018, y en 2019 ocupó un lugar como miembro de la Junta Directiva del Fondo Verde para el Clima, mantiene actualmente su participación como Asesor de la Junta Directiva. Desde el 2022, Nicaragua forma parte del Foro de Vulnerabilidad Climática.

En el año 2022, Nicaragua vuelve a ejercer la Vicepresidencia en la COP27 celebrada en Egipto, donde reafirma que la posición de Nicaragua sobre cambio climático sigue más vigente que nunca, ya que después de haber pasado siete años del Acuerdo de París, la concentración de las emisiones de GEI continúan en aumento, las anomalías de la temperatura siguen creciendo, los países desarrollados no asumen acciones concretas, para cumplir sus metas de reducciones, ni se ha reducido la brecha financiera para dotar de medios de implementación a los países en desarrollo.



2 Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero

2.1. Antecedentes

La CMNUCC entró en vigor en marzo de 1994 y fue ratificada por Nicaragua, mediante el Decreto Legislativo A. N. No. 1010, aprobado el 26 de abril de 1995, de esta forma, el país se comprometió a cumplir con los lineamientos establecidos en ese instrumento, entre ellos, desarrollar y actualizar un INGEI, de forma periódica y voluntaria.

El INGEI estima las emisiones y absorciones de GEI generadas por actividades antropogénicas durante un período de tiempo determinado. La mayoría de los principales GEI se producen de manera natural, pero el aumento de su concentración en la atmósfera se debe a las actividades humanas. El aporte de cada GEI se determina por el cambio en su concentración atmosférica, durante un período de tiempo y la efectividad del gas para modificar el equilibrio climático (IPCC, 2007).

El primer INGEI de Nicaragua fue publicado en el 2001, en la Primera Comunicación Nacional, este reporte contiene las emisiones y absorciones para el año de referencia 1994. El segundo INGEI fue publicado en el 2012, en la Segunda Comunicación Nacional, este contiene las emisiones y absorciones para el año de referencia 2000. Ambos inventarios fueron elaborados utilizando la guía metodológica del IPCC del año 1996.

El tercer INGEI fue publicado en el 2018, en la Tercera Comunicación Nacional y contiene las emisiones y absorciones por períodos quinquenales 2000 – 2005 y 2005 – 2010. A partir de este inventario, Nicaragua inicia la aplicación de las Directrices del IPCC del 2006, las cuales mejoran considerablemente los reportes de país, al disponer de estimaciones de GEI con mayor alcance sectorial, estructura robusta y nuevos métodos.

El presente INGEI, es el cuarto elaborado por Nicaragua y contempla la estimación de los niveles de emisiones y absorciones de GEI para el año de referencia 2015. Se recalculó la serie temporal y su tendencia para el período 2000-2015, lo que fue posible gracias a la disponibilidad en el país de estadísticas más completas, a la introducción de nuevas categorías, subcategorías, variables, factores de emisión o absorción. Se utilizan las Directrices del IPCC de 2006 y su Refinamiento 2019 en los cuatro sectores: Energía, IPPU, AFOLU y Desechos.

En la Tabla 7, se presenta las principales variaciones realizadas en el proceso de actualización del cuarto INGEI, donde se justifican los cambios en la estimación de las emisiones reportadas en relación con el tercer INGEI.

Tabla 7. Mejoras en la actualización del cuarto INGEI con relación al tercero

Criterio	TERCER INGEI	CUARTO INGEI
Metodología	Uso de las Directrices IPCC 2006 en todos los sectores.	Uso de las Directrices IPCC 2006 y base conceptual del Refinamiento 2019 en los sectores que fue posible.
Serie histórica	Serie temporal quinquenal para los años 2000, 2005 y 2010, debido a la dificultad de acceder a datos de actividad, que no pudieron ser obtenidos en el proceso de elaboración del inventario.	Serie histórica completa que abarca del año 2000 al 2015.
Presentación de resultados de acuerdo con la clasificación del IPCC	La clasificación de los sectores, categorías, subcategorías y fuentes de acuerdo con las Directrices del IPCC 2006, de manera consistente en toda la serie 2000-2010, conforme a la Decisión 2/CP.17 Anexo III, párrafo 3 y 4.	Se mantiene el mismo procedimiento.
Factores de emisión	Se utilizaron factores de emisión por defecto y de Nivel 2, según la disponibilidad por sector para cada año analizado, tal como se especifica a continuación. • Sector Energía: por defecto. • Sector IPPU: por defecto. • Sector AFOLU: por defecto y factores de emisión propios generados para la primera versión de los NREF-N-2018. • Sector Desechos: por defecto y estimados a través de estudios nacionales.	Sector AFOLU: factores de emisión por defecto y factores de emisión propios, generados para los NREF-N (2020). Sector Desechos: factores de emisión por defecto, según especificaciones de las Directrices.
Datos de actividad	Se utilizaron los datos de actividad, disponibles para los años evaluados.	Se realizó un análisis de los datos utilizados en el inventario anterior y se revisaron en función de la actualización de datos de las estadísticas nacionales. Esto generó pequeñas diferencias, ya que se identificaron actualizaciones de los datos realizadas desde la fuente generadora y se identificaron nuevas categorías debido a la disponibilidad de información.

Criterio	TERCER INGEI	CUARTO INGEI
Socialización de la metodología y de los resultados	Se realizaron reuniones con grupos de expertos, principalmente del subsector uso y cambio de uso de suelo.	En el marco de la implementación de la Política Nacional de Cambio Climático, se realizaron reuniones con las instituciones que conforman el Sistema Nacional de Gestión del Cambio Climático (SNGCC) y se crearon comisiones de trabajo por sector, las cuales están en proceso de institucionalización.
Aseguramiento de la calidad	Se realizaron revisiones técnicas interna.	Se realizó una revisión de pares, con el apoyo de un experto externo en elaboración de inventarios.

Fuente: Elaboración propia.

2.2. Metodología

El INGEI de Nicaragua se realizó utilizando las metodologías y directrices establecidas por el IPCC, mismas que se formulan y aplican para facilitar que los resultados de las emisiones y absorciones, reportados por los países, sean comparables entre sí y consistentes en el tiempo.

Para el cuarto INGEI, Nicaragua utiliza las Directrices del IPCC del 2006 (IPCC, 2006); la base conceptual del Refinamiento del 2019 (IPCC, 2019) y la guía de orientación del IPCC sobre las buenas prácticas; la gestión de la incertidumbre en los INGEI (IPCC, 2000) y la guía de orientación sobre las buenas prácticas para Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS) (IPCC, 2003).

El inventario abarca todo el territorio nacional y los GEI evaluados son: CO_2, CH_4, N_2O y los gases precursores como son el CO, NOx, COVDM y SO_2 (Figura 29).

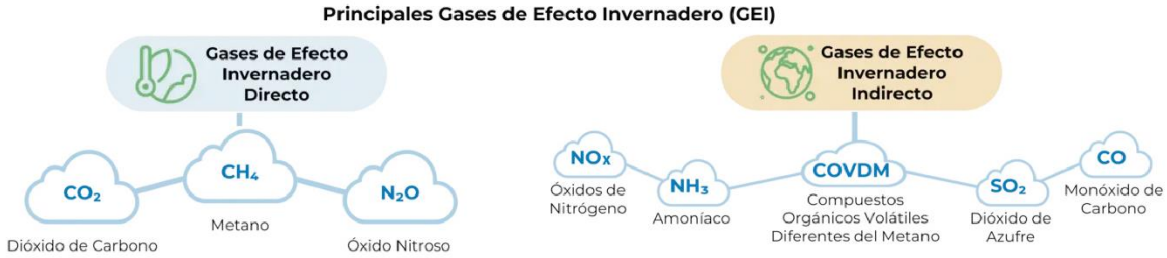


Figura 29. Gases evaluados en el cuarto INGEI

Fuente: Elaboración propia.

Según las Directrices del IPCC 2006, el abordaje metodológico más sencillo consiste en la combinación de la información generada por las actividades humanas (Datos de Actividad), combinado con los coeficientes que cuantifican las emisiones o absorciones (Factores de Emisión) por categoría, subcategoría o actividad.

Para el efecto se aplica la siguiente ecuación:

$$\textbf{\textit{Emisiones = Dato de actividad × Factor de emisión}}$$

(Ecuación 1)

Donde:

Datos de actividad (DA)= Magnitud del cambio positiva o negativa de la actividad, en cada categoría de emisión y absorción. Dicha información debe ser proporcionada por las estadísticas nacionales sistematizadas, medidas, generadas o calculadas por las instituciones del Estado u otra fuente de información oficial del país.

Factores de emisión (FE) / Factores de remoción (FR)= Son los coeficientes que relacionan los datos de actividad, con la magnitud del compuesto químico que conforma la emisión o absorción.

De acuerdo a las Directrices del IPCC 2006, se utilizan tres niveles para la estimación de los GEI: El Nivel 1 o método básico, permite usar estadísticas nacionales o internacionales disponibles y combinarlos con factores de emisión y parámetros por defecto (proporcionados por las Directrices del IPCC); el Nivel 2 o de complejidad intermedia, donde se utilizan estadísticas nacionales o internacionales disponibles con factores de emisión y absorción elaborados por el país; y el Nivel 3 o de complejidad avanzada, que requiere el uso de datos, parámetros y factores de emisión nacionales e incluye la modelación de datos de actividad, detallados o provenientes de mediciones (IPCC, 2006).

En el caso de Nicaragua, para el cuarto INGEI, se utilizan FE por defecto para los sectores Energía, IPPU, Desechos y el subsector Agricultura, bajo un Nivel 1. Para el subsector UTCUTS, se utilizan FE y FR por defecto y elaborados por el país, bajo un Nivel 2 (Tabla 8). Para el cálculo de las emisiones/absorciones del cuarto INGEI se utilizó el IPCC Inventory Software versión 2.691[6], así como las hojas de trabajo proporcionadas por el IPCC, según la necesidad del cálculo.

[6] Consultar en https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/software/index.

Tabla 8. Resumen del nivel metodológico utilizado

Categorías de fuente y sumidero de GEI	CO_2		CH_4		N_2O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
1 – Energía	**N1**	**D**	**N1**	**D**	**N1**	**D**
1.A - Quema de combustibles	**N1**	**D**	**N1**	**D**	**N1**	**D**
1.A.1 - Industrias de la energía	N1	D	N1	D	N1	D
1.A.2 - Industrias manufactureras y de la construcción	N1	D	N1	D	N1	D
1.A.3 – Transporte.	N1	D	N1	D	N1	D
1.A.4 - Otros sectores (comercial, residencial, agricultura)	N1	D	N1	D	N1	D
1.A.5 -Otros.	NA	D	NA	D	NA	D
1.B - Emisiones fugitivas de combustibles	**N1**	**D**	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**
1.B.1 - Combustible sólido	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 - Petróleo y gas natural	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.3 - Otras emisiones de producción de energía	N1	D	NO	NO	NO	NO
2 - Procesos Industriales y Uso de Productos	**N1**	**D**	**NE**	**NE**	**NA**	**NA**
2.A - Industria mineral	N1	D	NE	NE		
2.B - Industria química	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.C - Industria de metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.D - Otros productos	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.E – Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2F - Usos de productos como sustitutos para las sustancias que agotan la capa de ozono	NE	NE				
3 – Agricultura, Silvicultura y Otros Uso de la Tierra	**N1, N2**	**D**	**N1**	**D**	**N1**	**D**
3.A – Ganado			N1	D	N1	D
3.A.1 - Fermentación entérica	N1	D	N1	D		
3.A.2 - Manejo del estiércol	N1	D	N1	D	N1	D
3.B - Tierras	**N1, N2**	**D, N2**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
3.B.1 - Tierras forestales	N1, N2	D, N2	NE	NE	NE	NE
3.B.2 - Tierras de cultivo	N1, N2	D, N2	NE	NE	NE	NE
3.B.3 – Pastizales	N1, N2	D, N2	NE	NE	NE	NE
3.B.4 – Humedales	N1, N2	D, N2	NE	NE	NE	NE
3.B.5 – Asentamientos	N1, N2	D, N2	NE	NE	NE	NE
3.B.6 - Otras tierras	N1, N2	D, N2	NE	NE	NE	NE
3.C - Fuentes agregadas de emisiones no CO_2 en la tierra	**N1**	**D**	**N1**	**D**	**N1**	**D**
3.C.1 - Quema de biomasa	NE	NE	N1	D	N1	D
3.C.2 – Encalado	NO	NO				
3.C.3 - Aplicación de urea	N1	D				

Categorías de fuente y sumidero de GEI	CO_2		CH_4		N_2O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3.C.4 -Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados	N1	D	N1	D	N1	D
3.C.5 - Emisiones Indirectas de N_2O de los suelos gestionados	N1	D	N1	D	N1	D
3.C.6 - Emisiones Indirectas de N_2O resultantes de la gestión del estiércol	N1	D	N1	D	N1	D
3.C.7 - Cultivo de arroz	N1	D	N1	D	NE	NE
3.C.8 – Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4 – Desechos	**N1**	**D**	**N1**	**D**	**N1**	**D**
4.A - Eliminación de desechos sólidos			N1	D	NE	NE
4.B - Tratamiento biológico de los desechos sólidos			NE	NE	NE	NE
4.C - Incineración e incineración abierta de desechos	N1	D	N1	D	N1	D
4.D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales			NO	NO	NO	NO
4.E - Otros (sírvase especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Partidas informativas	**N1**	**D**	**N1**	**D**	**N1**	**D**
Bunkers Internacional	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Emisiones de CO_2 de la Biomasa	NE	NE	NE	NE	NE	NE
NE: (No estimado) para las emisiones y absorciones existentes que no se estimaron por falta de información.						
NA: (No aplicable) para las actividades de una determinada categoría de fuente o sumidero, que no den lugar a emisiones o absorciones de un gas específico. *NO: No ocurre.*						
N1: Método de Nivel 1; N2: Método de Nivel 2; D: Factor de Emisión por Defecto del IPCC.						

Fuente: Elaboración propia sobre la base de las Directrices IPCC 2006.

El resultado del balance muestra las emisiones y absorciones de los GEI directos evaluados en gigagramos (Gg), los cuales no son comparables entre sí, debido a su potencial de calentamiento global, en este sentido se realizó una conversión a CO_2-eq (unidades de CO_2 equivalentes) utilizando los Potenciales de Calentamiento Global (PCG) proporcionados por el IPCC en su Segundo Informe de Evaluación (SAR, por sus siglas en inglés) basados en los efectos de los GEI en un horizonte temporal de 100 años (Tabla 9).

El PCG es la medida en la cual se expresa la cantidad de retención de calor en la atmósfera de los GEI, ya que no todos los GEI tienen la misma capacidad de absorción de la radiación infrarroja, ni tienen la misma vida media en la atmósfera (IPCC, 2018). Este potencial indica la cantidad de calor que es atrapado por una tonelada CO_2, emitido hacia la atmósfera en relación con otra tonelada de gas emitido y la cantidad de calor que este desprende, durante el mismo período de tiempo (IPCC, 2006).

Tabla 9. Potencial de calentamiento global para tiempo dado de horizonte

Nombre industrial o común	Fórmula química	Vida (años)	Eficacia radiativa (W m^{-2} ppb^{-1})	SAR GWPs 100-años
Dióxido de carbono	CO_2	Ver nota al pie [7]	$1.4x10^{-5}$	1
Metano	CH_4	12	$3.7x10^{-4}$	21
Óxido nitroso	N_2O	114	$3.03x10^{-3}$	310

Fuente: Elaboración propia sobre la base del Segundo Informe de Evaluación del IPCC (IPCC, 1995).

2.3. Fuentes de Información y Métodos

En este apartado se describen los métodos de Nivel y las principales fuentes de información utilizados para la captura de los datos de actividad de cada sector:

Sector Energía

Las fuentes principales de información utilizadas para obtener los datos de actividad fueron:

- Balance Energético Nacional (BEN), publicado por el Ministerio de Energía y Minas (MEM, 2016).
- Estadísticas del Instituto Nicaragüense de Energía (INE).
- Estadísticas del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).
- Instituto Nicaragüense de Aeronáutica Civil (INAC).
- Policía Nacional – Dirección General de Seguridad de Tránsito (PN-DGST).
- Estadísticas del Banco Central de Nicaragua (BCN).
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE).
- Para la estimación de emisiones de GEI del sector Energía, se utilizó el método de Nivel 1 para todas las categorías fuente, empleando para los cálculos los factores de emisión y parámetros por defecto proporcionados por las Directrices del IPCC 2006 (IPCC, 2006), en combinación con las estadísticas nacionales disponibles.

Para el cálculo se utilizaron hojas de trabajo proporcionadas por las Directrices del IPCC 2006 y el IPCC Inventory software versión 2.691.

[7] La función de la respuesta del CO_2 utilizada en este informe se basa en la versión revisada del modelo del ciclo de carbono de Bern (Bern2.5CC; Joos et al. 2001) utilizando una concentración de CO_2 con un valor de of 378 ppm. t1 = 172,9 años, t2 = 18,51 años, y t3 = 1.186 años, para t < 1.000 años.

Sector Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU)

Las fuentes principales de información utilizadas para obtener los datos de actividad fueron:

- Balance Energético Nacional (BEN), publicado por el Ministerio de Energía y Minas (MEM, 2016).
- Estadísticas del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).
- Estadísticas del Banco Central de Nicaragua (BCN).
- Estadísticas del Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE).

Para la estimación de las emisiones de GEI del sector IPPU, se utilizó el método de Nivel 1 para todas las categorías fuente, empleando para los cálculos los factores de emisión y parámetros por defecto proporcionados por las Directrices del IPCC 2006 (IPCC, 2006), en combinación con las estadísticas nacionales disponibles.

Para el cálculo se utilizaron hojas de trabajo proporcionadas por las Directrices del IPCC 2006 y el IPCC Inventory software versión 2.691.

Sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU)

En el caso de este sector, se realizó por separado la estimación del subsector Agricultura y la del subsector Uso de la Tierra y Cambio de Uso de la Tierra.

Subsector Agricultura

Las fuentes principales de información utilizadas para obtener los datos de actividad para el subsector Agricultura fueron:

- Plan de Producción, Consumo y Comercio, publicado por el Ministerio Agropecuario (MAG).
- Estadísticas del Banco Central de Nicaragua (BCN).
- Estadísticas del Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE).
- Bases de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAOSTAT).
- Investigaciones académicas y publicaciones sectoriales como artículos, tesis de grado, entre otras.

Para la estimación del subsector Agricultura, se utilizó el método de Nivel 1 para todas las categorías fuente, empleando para los cálculos los factores de emisión y parámetros

por defecto proporcionados por las Directrices del IPCC 2006, en combinación con las estadísticas nacionales disponibles.

Para el cálculo se utilizaron hojas de trabajo y el IPCC Inventory software versión 2.691.

Subsector Uso de la Tierra y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS)

Las fuentes principales de información utilizadas para obtener los datos de actividad para el subsector UTCUTS fueron:

- Mapas de Cobertura y Uso Actual de la Tierra 2000, 2005, 2010, 2015, elaborados por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER).
- Cartografía base y temática elaborada por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER).
- Niveles de Referencia de las Emisiones Forestales de Nicaragua (NREF-N) (MARENA, 2020).

Para la estimación del subsector UTCUTS se utilizó el método de pérdidas y ganancias, que abarca todos los cambios anuales de las existencias de carbono para los depósitos de carbono relativos a biomasa aérea y subterránea. La estimación de emisiones y absorciones se realizó con el método de Nivel 1 y 2, utilizando datos de actividad nacionales.

Como parte del proceso de preparación para implementar la Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones Provenientes de la Deforestación y de la Degradación de los Bosques (ENDE-REDD+) en Nicaragua y del trabajo interinstitucional entre Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), INETER y el Instituto Nacional Forestal (INAFOR), se desarrollaron los Niveles de Referencia de las Emisiones Forestales de Nicaragua (NREF-N) a través de la Mesa de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV). A partir de estos, se calcularon los factores de emisión/ remoción de Nivel 2 con los datos del Inventario Nacional Forestal (INF), lo que permitió la estimación de la precisión de las estimaciones del subsector en la categoría tierras forestales (MARENA, 2020). En todas las categorías se analizaron los depósitos de carbono de biomasa aérea y subterránea. En el caso de las otras categorías del subsector, se utilizaron los factores, variables y parámetros por defecto proporcionados por las Directrices del IPCC 2006 (IPCC, 2006).

Para los datos de actividad, se utilizó la serie cartográfica de uso del suelo 2000, 2005, 2010 y 2015 oficializada por INETER. Para que el subsector fuera consistente, exacto y preciso, se realizó una homologación entre las categorías de uso de suelo nacionales y las Directrices del IPCC 2006.

Además, para este subsector, se elaboró un mapa climático sobre la base de los mapas de temperatura y precipitación con datos proporcionados por INETER y los árboles de

decisión, según Directrices IPCC 2006. Para el cálculo se utilizaron hojas de trabajo diseñadas sobre la base de las hojas proporcionadas por las Directrices IPCC 2006.

Sector Desechos

Las fuentes principales de información utilizadas para obtener los datos de actividad fueron:

- Estadísticas del Banco Central de Nicaragua (BCN).
- Estadísticas del Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE).
- Base de datos y Publicaciones Estadísticas de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2018).
- Estadísticas de desechos líquidos proporcionados por la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL).

Para la estimación de emisiones de GEI del sector Desechos, se utilizó el método de Nivel 1 para todas las categorías fuente, empleando para los cálculos los factores de emisión y parámetros por defecto proporcionados por las Directrices del IPCC 2006, en combinación con las estadísticas nacionales disponibles. Para el cálculo se utilizaron hojas de trabajo, el IPCC Inventory software versión 2.691 y el IPCC Waste Model proporcionadas por las Directrices del IPCC 2006.

2.4. Sistema Nacional de Inventario de Gases de Efecto Invernadero

En el marco del cuarto INGEI, se diseña una propuesta del Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Nicaragua (SINGEI-NI) con el objeto de priorizar las acciones orientadas al fortalecimiento de capacidades; recopilación, evaluación y sistematización de información referida a la emisión y absorción de GEI.

A continuación, se describen los aspectos clave para constituir el SINGEI: arreglos institucionales y entidades participantes; métodos y documentación de datos; garantía de calidad/control de calidad y verificación; ciclo de inventario y planificación de mejoras.

2.4.1. Arreglos institucionales y entidades participantes

Como parte de la implementación del Decreto de Creación del Sistema Nacional de Gestión del Cambio Climático (SNGCC) y el establecimiento de los Principios y Lineamientos de la Política Nacional de Cambio Climático (Decreto Presidencial N°15-2021), publicado en La Gaceta, Diario Oficial N°120 del 30 de junio de 2021, se han desarrollado los primeros pasos para formalizar la participación de las instituciones nacionales que conformarán el SNGCC, las cuales contribuirán en:

- Validar y someter a aprobación del Presidente de la República las Comunicaciones Nacionales y los INGEI, esto bajo la coordinación de la Secretaría de Cambio Climático de la Presidencia de la República (SCCP).
- Revisar y validar de forma periódica las fuentes de información, DA, FE, FR, variables, parámetros; supuestos y los resultados obtenidos en la estimación de las emisiones y absorciones del INGEI.
- Asistir a las comisiones y procesos de capacitación que sean convocados.
- Promover y adoptar mecanismos para la generación, recopilación y sistematización de información vinculada a los GEI.
- Transmitir a sus instituciones los acuerdos, recomendaciones y resultados alcanzados por las mesas interinstitucionales.

Durante el proceso de preparación del cuarto INGEI, se realizaron sesiones de trabajo en comisiones sectoriales e interinstitucionales, las cuales contribuyeron a revisar y validar los datos de actividad utilizados para la construcción del inventario, así como los resultados en la cuantificación de los GEI.

Considerando los avances en los procesos de coordinación de las mesas sectoriales, se definió una propuesta de estructura para el SINGEI-NI conformada por 18 instituciones. Se considera la participación del Ministerio de Hacienda y Crédito Público (MHCP) por su roll estratégico en la movilización de recursos financieros y a la SCCP para el acompañamiento técnico en los diferentes sectores (Figura 30).

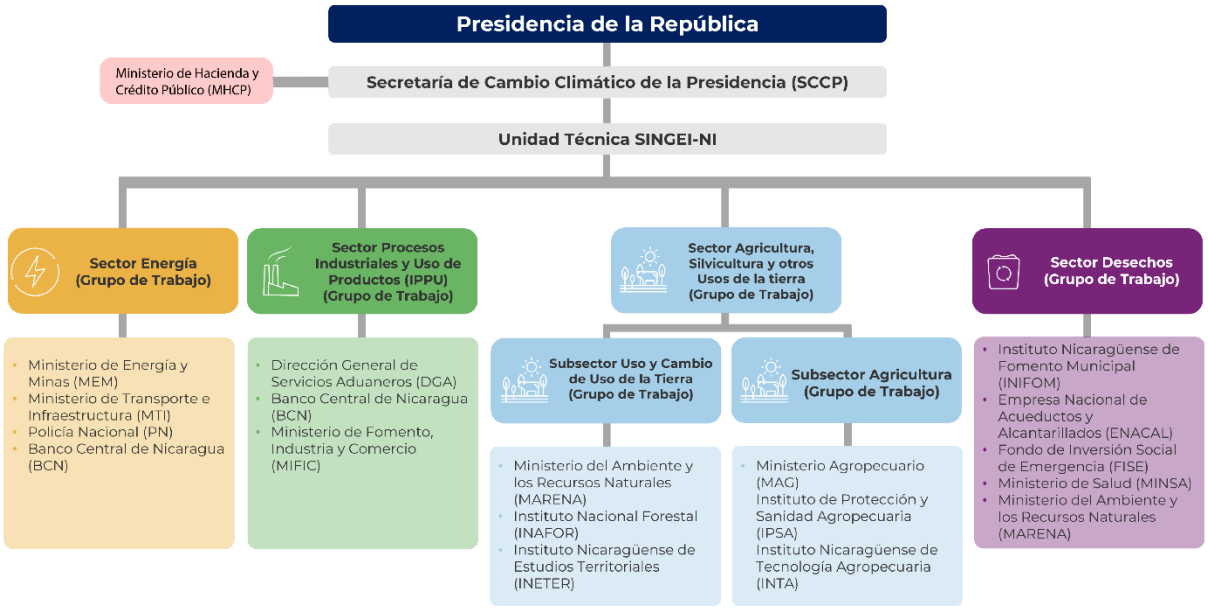


Figura 30. Estructura propuesta para el SINGEI-NI

Fuente: Elaboración propia.

El GRUN continuará desarrollando esfuerzos para lograr la institucionalización del SINGEI-NI mediante acuerdos de colaboración interinstitucional. Esto garantizará la sostenibilidad del INGEI y contribuirá en la transparencia de los reportes del país ante la CMNUCC.

2.4.2. Métodos y documentación de datos

A partir del tercer INGEI, Nicaragua utiliza el software para inventarios del IPCC en su versión más actualizada, la cual implementa los métodos de Nivel 1 más simples para todos los sectores. En el caso del sector AFOLU, se desarrollaron plantillas en Microsoft Excel para realizar las estimaciones debido a que el país cuenta con FE y FR de Nivel 2, además, se construyeron matrices de cambio de uso de suelo, utilizando el método pérdidas y ganancias (comparación de la cobertura de mapas en dos fechas históricas).

La base de datos de cada sector para los FE, FR y DA se realizó en Microsoft Excel, la cual contiene información por categoría y subcategoría del inventario. En el quinto INGEI, Nicaragua tendrá la información requerida para las estimaciones de GEI organizada en un sistema de archivo codificado por cada sector, el cual contribuirá en seguir garantizando el control, calidad y transparencia de los reportes de país.

2.4.3. Garantía de calidad / control de calidad y verificación

Siguiendo las orientaciones de las Directrices del IPCC 2006, el INGEI de Nicaragua implementó el procedimiento general de control de calidad de Nivel 1, el cual contempla los aspectos básicos requeridos para dar garantía y verificar la correcta aplicación de las Directrices y la veracidad de los resultados presentados, en concordancia con los principios de transparencia, exhaustividad, coherencia de la serie temporal, comparabilidad y exactitud.

Además, de forma voluntaria, el INGEI se ha sometido a una revisión de pares que dejó como resultado un plan de mejoras. Los resultados del plan antes mencionado se verificarán en el quinto INGEI donde Nicaragua presentará su Primer Reporte Bienal de Actualización (BUR, por sus siglas en inglés) en el 2023.

2.4.4. Ciclo de inventario

La elaboración del INGEI es considerado un proceso cíclico, con un enfoque de mejora continua. El proceso de preparación del INGEI de Nicaragua conllevó el desarrollo de 12 actividades vinculadas entre sí.

Para iniciar el inventario, en las actividades de planificación, se retoman las lecciones aprendidas y el plan de mejora del ciclo anterior. La segunda actividad del inventario es la recopilación de los DA, para el cuarto INGEI, se realizó un proceso de intercambio y garantía de la calidad (GC) y control de calidad (CC) de la información requerida para estimar los GEI. Este proceso se realizó en tres etapas:

1. Transmisión de conocimiento y sensibilización sobre la importancia del INGEI.
2. Revisión y discusión de los datos e información.
3. Programación de encuentros para discusión a profundidad de los hallazgos.

Luego, se continúa el desarrollo del ciclo del inventario con las 10 actividades restantes, relacionadas a la estimación de las emisiones y absorciones; análisis de incertidumbre, evaluación de las categorías principales; preparación de los informes por sector; aplicación de GC/CC a los procedimientos; preparación del plan de mejora para el próximo ciclo del inventario y finalmente elaboración del BUR o la Comunicación Nacional (Figura 31).

Figura 31. Esquema del ciclo de inventario

Fuente: Elaboración propia sobre la base de las Directrices IPCC 2006.

2.4.5. Mejoras implementadas en el cuarto INGEI 2015

Como parte de las mejoras implementadas en el presente inventario, se realizó una revisión de los datos de actividad y factores de emisión utilizados en el tercer INGEI para la serie histórica 2000-2010, para detección de errores de digitación y actualización en todos los sectores.

A partir de la revisión y las lecciones aprendidas, se describen las principales mejoras implementadas por sector:

Energía

- En el tercer INGEI, las emisiones de gas de refinería se clasificaron en la subcategoría Otras emisiones provenientes de la producción de energía. Para el cuarto INGEI, se clasifican en la subcategoría Refinación de petróleo considerando una buena práctica orientada en las Directrices del IPCC 2006.
- En el tercer INGEI, se utilizó el mismo FE para estimar las emisiones de los gases NOx, CO, COVDM y SO_2 en todas las actividades de quema de combustibles. En el cuarto INGEI, se utilizan FE específicos para cada gas, debido a esto, existe una diferencia de emisiones considerable.

IPPU

- Cambio del porcentaje de clinker en cemento de 75% a 95%, porque el cemento que se produce en Nicaragua es cemento Portland. Se realizaron nuevos cálculos para el período 2000-2010.
- Se actualizaron los datos de volumen de producción de cal para el período 2005-2010.
- Se incluyó la subcategoría Otros usos de carbonatos, en los procesos. Nicaragua utiliza ceniza de sosa y carbonato de calcio en la producción de jabones para lavar ropa, pinturas y otros.
- Se incluyeron las subcategorías Uso de lubricantes y Uso de la cera de parafina. Estos son productos utilizados en los motores y fabricación de velas respectivamente.
- Se incluyó el porcentaje de COVDM por peso de asfalto. Se definió el tipo de asfalto que se utiliza en la pavimentación de rutas en el país. Se realizaron nuevos cálculos para el período 2000-2010.
- Se eliminó la producción de carne y se incluyó la producción de embutidos. La carne consumida en Nicaragua proveniente de ganado vacuno, porcino o avícola es carne fresca y no sufre ningún proceso de cocción o transformación, que emita gases a diferencia de la que corresponde a embutidos.
- Se eliminó la producción de pan, ya que los datos de producción no corresponden a este producto y no existe información pública de este rubro.

AFOLU

- Se revisaron los datos de actividad correspondientes al consumo de urea y se identificó que hubo una sobre estimación de la cantidad de fertilizante utilizado, esto se corrigió utilizando las estadísticas del BCN y FAOSTAT.
- En el caso de las emisiones de CH_4, NOx y CO se revisaron y actualizaron las emisiones generadas por estos gases.
- Se realizó una homologación de las categorías de tierras del IPCC, los NREF-N y las de uso de suelo oficiales de Nicaragua.
- Se cuenta con nuevos FE y FR de Nivel 2 para estimar las emisiones y absorciones por el cambio de uso de suelo. Se realizó el recálculo de las emisiones.

Desechos

- Para la serie temporal 2000 al 2015, se utilizó nueva información sobre los censos poblacionales y sus proyecciones para los últimos 50 años, la generación de desechos per cápita por día. Esto debido a la falta de estudios fiables que determinen este parámetro. Lo mismo se realizó con la composición de los desechos.
- Se utilizó el incremento del PIB, para estimar el aporte de desechos de origen industrial, tal como lo especifica la hoja de trabajo del IPCC-Waste Model, permitiendo aplicar el método FOD (Método por descomposición del primer orden, por sus siglas en inglés) para las estimaciones de los GEI provenientes de la categoría Eliminación de desechos.
- Se utilizaron los valores de la concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) (promedio anual) de cada sistema de tratamiento, control efectuado por ENACAL, empresa que administra los sistemas de tratamiento municipales y de una gran parte de los residenciales. Estos valores, junto a los registros de conexiones de viviendas a los sistemas, dieron como resultado la determinación de la carga orgánica total aplicada a cada sistema, de esta forma se logró obtener por medio de un cálculo la DBO per cápita (kgDBO*hab/ día) de cada sistema.
- Se incluye el metano proveniente de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), debido al cambio tecnológico de algunos sistemas se restó la quema de metano en antorcha, en los casos que lo ameritaban, también se excluyó el lodo extraído durante los mantenimientos reportados de los sistemas, por parte de ENACAL.
- Se utilizaron los valores por defecto para el FE de metano, descrito en las Directrices del IPCC 2006 (IPCC, 2006). Se utilizó el valor de 0.25 kgCH_4/ kg DQO para la tecnología aerobia de tratamiento y para las letrinas y de 0.6 kgCH_4/kg DBO para la tecnología anaeróbica de tratamiento (biodigestores, reactores UASB).

2.5. Panorama General de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

El comportamiento de las emisiones del país generadas por todos los sectores muestra una leve disminución a partir del año 2005 hasta el 2015. Con respecto al período 2000 (año base) - 2015 (año de referencia), las emisiones disminuyeron en 0.97%. En la Figura 32, se observa el comportamiento de las emisiones por sector, en donde el sector AFOLU

es el principal emisor en toda la serie temporal, seguido de Energía, Desechos y por último IPPU.

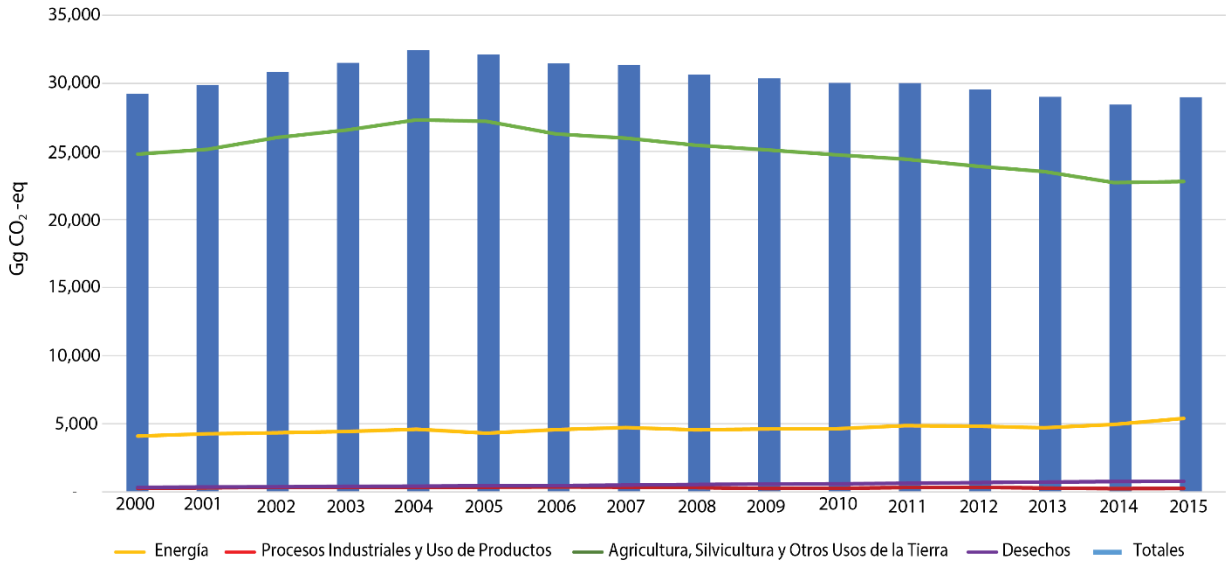


Figura 32. Tendencia de las emisiones de GEI por sector (Gg CO_2-eq)

Fuente: Elaboración propia.

Las emisiones del año 2000 (año base) se estimaron en 29,251.27 Gg CO_2-eq y en el 2005 se observa un aumento de un 9.77%; del año 2005 al 2010, hay una disminución en las emisiones de un 6.49%, que continúa descendiendo del 2010 al 2015 en un 3.52%. Para el año 2015 se estiman 28,967.07 Gg de CO_2-eq (Tabla 10).

Tabla 10. Emisiones estimadas para la serie temporal 2000-2015

Años	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Emisiones Gg de CO_2-eq	29,251.27	29,867.73	30,850.16	31,508.29	32,440.86	32,109.15	31,460.67	31,333.59
Años	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Emisiones Gg de CO_2-eq	30,647.19	30,354.86	30,024.22	30,005.78	29,543.06	29,004.02	28,438.54	28,967.07

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 33, se presentan los pesos porcentuales de las emisiones por sector.

- En el sector AFOLU, las emisiones representan el mayor peso porcentual en toda la serie temporal, con un total de 78.68%, sin embargo, se puede observar una disminución de un 6.13% del 2000 al 2015. Las emisiones de este sector reflejan claramente que Nicaragua es un país agropecuario, que procura garantizar la soberanía y seguridad alimentaria de su población y exporta los excedentes de su

producción. Esto se evidencia en la participación del sector agropecuario, con un 30% de las exportaciones netas, equivalente al 18% del PIB. Con respecto al sector forestal, este contribuye con el 1% del PIB del país (BCN, 2016).

- Las emisiones del sector Energía se mantuvieron estables para los años 2000 y 2005, representando 13.76% y 13.22% respectivamente; a partir del 2007 aumentaron hasta representar el 18.38% en el 2015.
- A partir del año 2007, si bien se incorporan plantas termoeléctricas para solventar la crisis energética mundial que impactó fuertemente a Nicaragua, el país realizó importantes inversiones de carácter público y privado orientadas hacia la transformación de la matriz energética. Se potenciaron las hidroeléctricas y la instalación de plantas generadoras de electricidad con fuentes renovables.
- En los sectores IPPU y Desechos son bajas, de 0.57% y 2.37% respectivamente para el año 2015. Se observa que el sector Desechos aumentó un 1.52% sus emisiones, con respecto al 2000 y esto corresponde al aumento de la población y, por ende, mayores desechos generados y tratados.

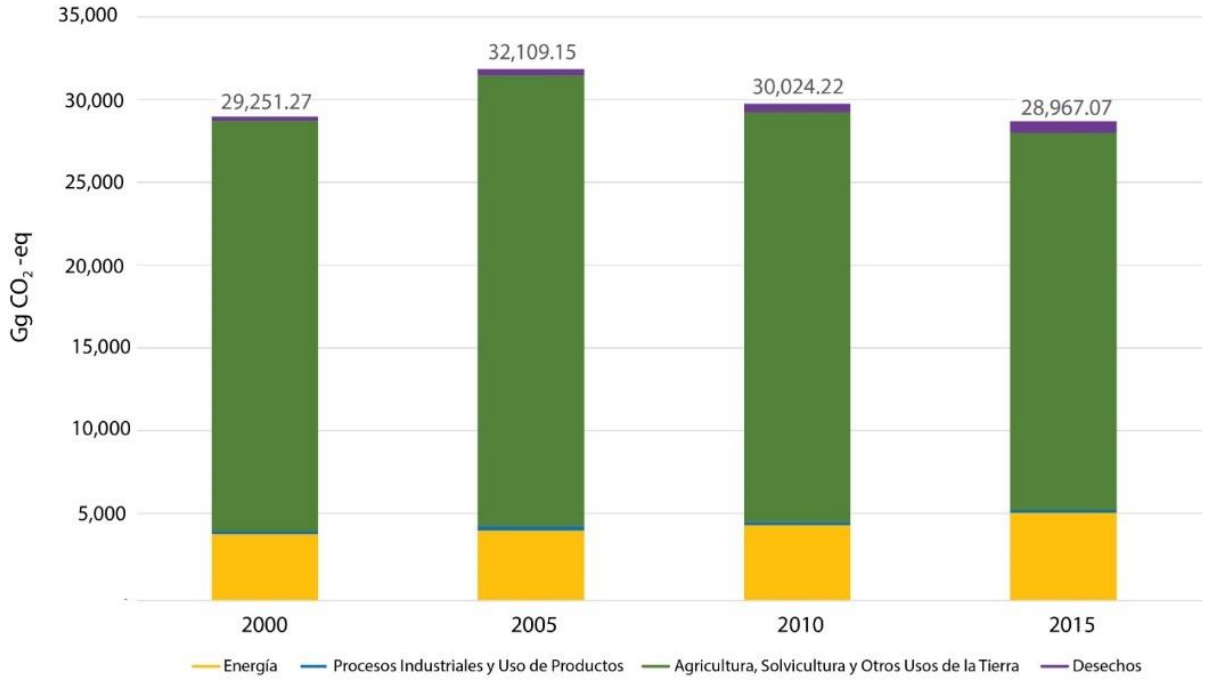


Figura 33. Emisiones quinquenales por sector (Gg CO_2-eq)

Fuente: Elaboración propia.

2.5.1. Tendencia de emisiones por gas

Como puede verse en la Figura 34 y Tabla 11, el principal gas emitido en Nicaragua es el CO_2 durante el período 2000 - 2015.

- Para el 2000, el CO_2 representó el 77.61% de las emisiones, seguido del CH_4 con 15.16% y N_2O con 7.23%. En 2015, la distribución porcentual cambia debido a una disminución en las emisiones de CO_2 y un aumento de las emisiones de CH_4, presentando la siguiente composición 59.54% CO_2, 27.88% CH_4 y 12.58% N_2O.
- Con respecto a los pesos porcentuales representativos de cada gas, se observa lo siguiente:
    - Del año 2000 al 2015, se identifica una disminución en el CO_2 de un 18.07%. Con respecto al CH_4 y N_2O, estos incrementan en un 12.72% y 5.35% respectivamente.
    - Del año 2000 al 2005, las emisiones del CO_2 incrementan en 1.27%, mientras que el CH_4 y N_2O disminuyen en 0.63% y 0.64% respectivamente.
    - Del año 2005 al 2010, se observa una disminución del 8.88% en el CO_2 y un aumento en las emisiones de CH_4 y N_2O de 6.17% y 2.72% respectivamente.
    - Del año 2010 al 2015, nótese que el CO_2 disminuye en un 10.46%; mientras que el CH_4 y el N_2O aumentan en 7.18% y 3.27% respectivamente.

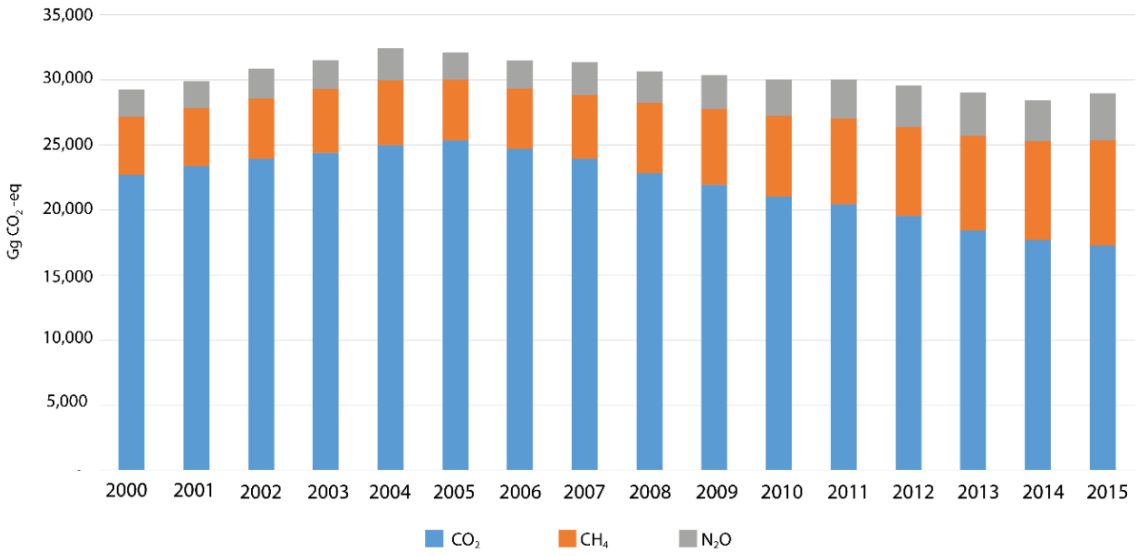


Figura 34. Tendencia de las emisiones por GEI (Gg CO_2-eq)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Tendencia de las emisiones por GEI (Gg CO_2-eq)

Gas	Años (Gg CO_2-eq)							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
CO_2	22,702.87	23,379.32	23,919.40	24,389.92	24,987.71	25,326.11	24,691.48	23,918.44
CH_4	4,433.28	4,424.52	4,628.63	4,885.17	4,984.20	4,666.07	4,632.06	4,898.64
N_2O	2,115.12	2,063.89	2,302.13	2,233.20	2,468.95	2,116.97	2,137.13	2,516.51
Total	**29,251.27**	**29,867.73**	**30,850.16**	**31,508.29**	**32,440.86**	**32,109.15**	**31,460.67**	**31,333.59**

Gas	Años (Gg CO_2-eq)							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
CO_2	22,822.32	21,921.02	21,015.56	20,445.28	19,520.36	18,416.60	17,701.48	17,247.41
CH_4	5,389.42	5,806.38	6,214.17	6,592.96	6,867.22	7,261.60	7,572.15	8,076.60
N_2O	2,435.45	2,627.46	2,794.49	2,967.54	3,155.48	3,325.82	3,164.91	3,643.06
Total	**30,647.19**	**30,354.86**	**30,024.22**	**30,005.78**	**29,543.06**	**29,004.02**	**28,438.54**	**28,967.07**

Fuente: Elaboración propia

2.6. Emisiones de GEI 2015

Las emisiones netas de GEI directas e indirectas en Nicaragua para el año de referencia 2015 (Tabla 12), se presentan desagregadas por sectores, siguiendo las Directrices del IPCC 2006 (IPCC, 2006) y su Refinamiento del 2019 (IPCC, 2019).

Tabla 12. Emisiones netas, año de referencia 2015

Categorías		CO_2 neto (1) (2)	CH_4	N_2O	HFC_s	PFC_s	SF_6	NF_3	Otros gases halogenados con factor de conversión CO_2-eq	Otros gases halogenados sin factor de conversión	NO_X	CO	COVDM	SO_2
		Gg												
Emisiones y absorciones nacionales		**17,247.41**	**384.60**	**11.75**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**40.59**	**639.95**	**68.89**	**15.78**
1	**ENERGÍA**	**4,923.29**	**13.86**	**0.36**							**32.90**	**366.15**	**48.09**	**15.78**
1A	**Actividades de quema de combustible**	**4,842.61**	**13.86**	**0.36**							**32.90**	**366.15**	**48.09**	**15.78**
1A1	Industrias de la energía	1,729.22	0.33	0.05							5.39	9.08	0.55	5.66
1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	417.09	0.27	0.04							1.95	29.16	0.44	1.28
1A3	Transporte	2,108.94	0.47	0.10							20.44	114.44	21.69	1.62
1A4	Otros sectores	587.36	12.79	0.17							5.12	213.47	25.41	7.22
1B	**Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles**	**80.68**	**NE**	**NE**							**NE, NO**	**NE, NO**	**NE, NO**	**NE, NO**
1B1	Combustibles sólidos	NO	NO	NO							NO	NO	NO	NO
1B2	Petróleo y gas natural	NO	NO	NO							NO	NO	NO	NO
1B3	Otras emisiones provenientes de la producción de energía	80.68	NE	NE							NE	NE	NE	NE
2	**PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS**	**164.23**	**NA, NE, NO**	**NA, NE**							**NE, NO**	**NE, NO**	**20.80**	**NE, NO**
2A2	**Industria de los minerales**	**152.62**									NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
2A1	Producción de cemento	147.32	NA								NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
2A2	Producción de cal	3.29	NA								NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
2A4	Otros usos de carbonatos en los procesos	2.01	NA								NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
2A4b	Otros usos de la ceniza de sosa	0.68	NA								NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
2A4d	Otros (uso del carbonato de calcio)	1.33	NA								NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
2D	**Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente**	**11.61**	**NA**	**NA**							**NE, NO**	**NE, NO**	**8.81**	**NE, NO**
2D1	Uso de lubricantes	10.63									NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
2D2	Uso de la cera de parafina	0.98	NA	NA							NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
2D4	Otros (asfalto para pavimentación de rutas)	NA	NA	NA							NE, NO	NE, NO	8.81	NE, NO

Categorías		CO_2 neto (1) (2)	CH_4	N_2O	HFC_s	PFC_s	SF_6	NF_3	Otros gases halogenados con factor de conversión CO_2-eq	Otros gases halogenados sin factor de conversión	NO_X	CO	COVDM	SO_2
		Gg												
2F	**Usos de productos como sustitutos para las sustancias que agotan la capa de ozono**	**NE**			**NE**	**NE**		**NE**	**NE**	**NE**	**NE, NO**	**NE, NO**	**NE, NO**	**NE, NO**
2F1	Refrigeración y aire acondicionado	NE			NE	NE		NE	NE	NE	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
2F2	Agentes espumantes	NE			NE	NE		NE	NE	NE	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
2F3	Productos contra incendios	NE			NE	NE		NE	NE	NE	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
2F4	Aerosoles				NE	NE		NE	NE	NE	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
2F5	Solventes				NE	NE		NE	NE	NE	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
2F6	Otras aplicaciones	NE	NE	NE	NE	NE		NE	NE	NE	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
2H	**Otros**	NO	NO								NE, NO	NE, NO	11.99	NE, NO
2H2	Industria de la alimentación y las bebidas	NO	NO								NA	NA	11.99	NA
3	**AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA**	**12,159.01**	**339.15**	**11.32**							**7.69**	**273.80**	**NE, NO**	**NE, NO**
3A	**Ganado**		**325.20**	**0.14**							**NE, NO**	**NE, NO**	**NE, NO**	**NE, NO**
3A1	Fermentación entérica		316.88								NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
3A2	Gestión del estiércol		8.32	0.14							NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
3B	**Tierra**	**12,062.28**									**NE, NO**	**NE, NO**	**NE, NO**	**NE, NO**
3B1	Tierras forestales	-934.96									NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
3B2	Tierras de cultivo	1,304.14									NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
3B3	Pastizales	11,116.56									NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
3B4	Humedales	414.20									NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
3B5	Asentamientos	86.83									NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
3B6	Otras tierras	75.51									NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
3C	**Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO_2 en la tierra (2)**	**96.73**	**13.95**	**11.18**							**7.69**	**273.80**	**NE, NO**	**NE, NO**
3C1	Quemado de biomasa		8.08	0.23							7.69	273.80	NE, NO	NE, NO
3C2	Encalado	NE, NO									NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
3C3	Fertilización con urea	96.73									NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
3C4	Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados (3)			8.92							NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
3C5	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados			1.98							NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
3C6	Emisiones indirectas de N_2O resultantes de la gestión del estiércol			0.05							NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
3C7	Cultivo del arroz		5.87								NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO

Categorías		CO_2 neto (1) (2)	CH_4	N_2O	HFC_s	PFC_s	SF_6	NF_3	Otros gases halogenados con factor de conversión CO_2-eq	Otros gases halogenados sin factor de conversión	NO_X	CO	COVDM	SO_2
		Gg												
3C8	Otros (sírvase especificar)	NO	NO	NO							NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
3D	**Otros**	**NO**	**NO**	**NO**							**NE, NO**	**NE, NO**	**NE, NO**	**NE, NO**
3D1	Productos de madera recolectada	NE									NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
3D2	Otros (sírvase especificar)	NO	NO	NO							NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
4	**DESECHOS**	**0.88**	**31.59**	**0.07**							**NE, NO**	**NE, NO**	**NE, NO**	**NE, NO**
4A	Eliminación de desechos sólidos		25.49	NE, NO							NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
4B	Tratamiento biológico de los desechos sólidos		NE, NO	NE, NO							NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
4C	Incineración e incineración abierta de desechos	0.88	0.01	0.00							NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
4D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales		6.09	0.07							NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
4E	Otros (sírvase especificar)	NO	NO	NO							NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
Elementos recordatorios (5)		**NE**	**NE**	**NE**							**NE, NO**	**NE, NO**	**NE, NO**	**NE, NO**
Tanques de combustible internacional		NE	NE	NE							NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
Aviación internacional (Tanques de combustible internacional)		NE	NE	NE							NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
Transporte marítimo y fluvial internacional (Tanques de combustible internacional)		NE	NE	NE							NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
Operaciones multilaterales														

(1) Emisiones netas de CO_2 (emisiones menos absorciones).

(2) La cantidad total de CO_2 que se captura para almacenamiento, se debe declarar por separado en el caso del almacenamiento doméstico y para las exportaciones en el recuadro de documentación.

(3) Los demás gases halogenados para los cuales no se encuentra disponible el factor de conversión de equivalente de CO_2 no deben incluirse en esta columna. Dichos gases deben declararse en la columna "Otros gases halogenados sin factores de conversión de equivalente de CO_2.

(4) Cuando se utilice esta columna, los gases deben enumerarse por separado (en los Cuadros de antecedentes de IPPU y el Cuadro 2.11) y se debe proporcionar el nombre del gas en el recuadro de documentación.

(5) Las emisiones que no se encuentren incluidas en el total nacional se deben declarar como elementos recordatorios.

(6) Las celdas sombreadas significan que el gas no se produce en esa actividad, categoría o subcategoría (IPCC, 2006).

* Las celdas para declarar emisiones de NO_x, CO, COVDM y SO_2 no se encuentran sombreadas a pesar de que falta el potencial físico para emisiones para algunas categorías.

Notación: NO: No ocurre/ NE: No estimado / NA: No aplica.

COVDM: Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes del Metano.

Fuente: Elaboración propia en base a las Directrices del IPCC, 2006 Volumen 1, Anexo 8A.2

2.6.1. Dióxido de carbono (CO_2)

Para el 2015, se emitieron 18,182.37 Gg de CO_2 y se absorbieron 934.96 Gg de CO_2. Esto genera una emisión neta de 17,247.41 Gg de CO_2.

Las emisiones de CO_2 provienen mayormente de las actividades del sector AFOLU. En el año 2015, este sector aportó 12,159.01 Gg de CO_2 y representó el 70.49% del total de las emisiones de CO_2. Este sector absorbió 934.96 Gg de CO_2 en la subcategoría de Tierras forestales (Figura 35).

Por su parte, el sector Energía aportó 4,923.29 Gg de CO_2 representando el 28.55% de las emisiones totales de este gas. Los sectores IPPU y Desechos contribuyeron con el 0.95% y 0.01% de las emisiones de CO_2.

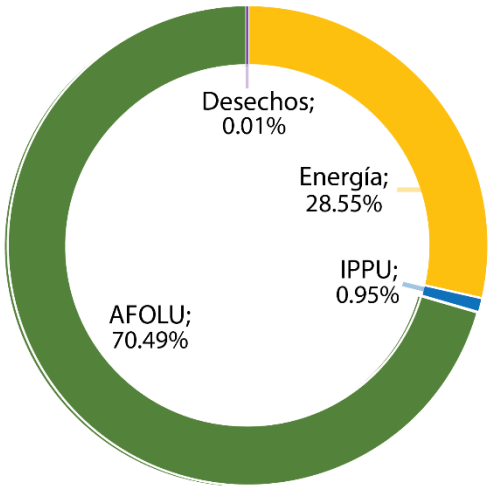


Figura 35. Emisiones nacionales de CO_2 por sector, 2015

Fuente: Elaboración propia.

2.6.2. Metano (CH_4)

Las emisiones de CH_4 para el año 2015 en Nicaragua fueron de 384.60 Gg, lo que equivale a 8,076.60 Gg de CO_2-eq.

El sector que emite con mayor intensidad este gas es AFOLU, aportando 339.15 Gg de CH_4 lo que representa el 88.18% del total de las emisiones de este gas. En segundo lugar, el sector Desechos con 31.59 Gg de CH_4 representando el 8.22% y el sector Energía con 13.86 Gg de CH_4, representando el 3.60%. El sector IPPU no contabilizó emisiones de este gas (Figura 36).

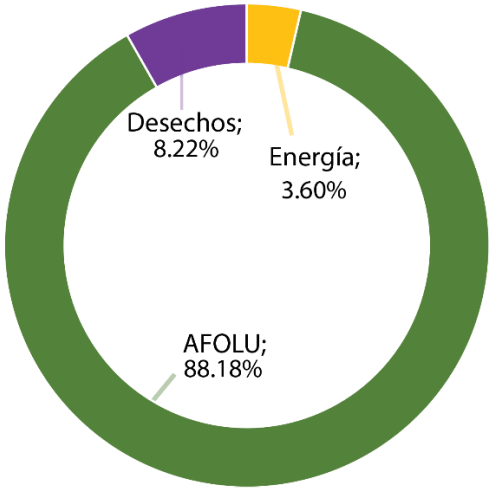


Figura 36. Emisiones nacionales de CH_4 por sector, 2015

Fuente: Elaboración propia.

2.6.3. Óxido nitroso (N_2O)

Las emisiones de N_2O para el año 2015 fueron de 11.75 Gg, lo que equivale a 3,643.06 Gg de CO_2-eq.

El sector que emite con mayor intensidad este gas es AFOLU, aportando 11.32 Gg de N_2O representando el 96.33% del total de las emisiones de dicho gas. En segundo lugar, el sector Energía con 0.36 Gg de N_2O representando el 3.06% y el sector Desechos con 0.07 Gg de N_2O representando el 0.61%. El sector IPPU no contabilizó emisiones de este gas (Figura 37).

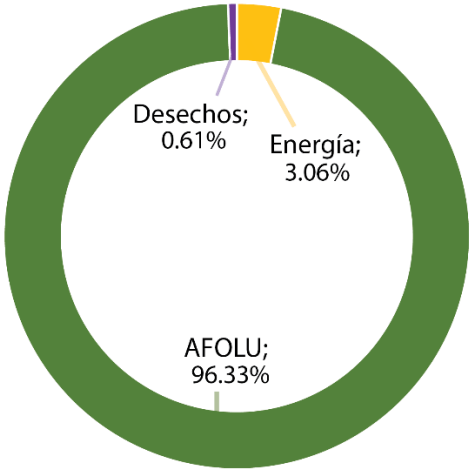


Figura 37. Emisiones nacionales de NO_2 por sector, 2015

Fuente: Elaboración propia.

2.6.4. Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre

Nicaragua se encuentra en proceso de incluir la categoría Usos de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono, en la cual se realiza el análisis de estos gases, sin embargo, hasta la fecha no ha sido estimada por falta de datos.

Como parte de los esfuerzos nacionales, se coordina con la Oficina Técnica de Ozono del MARENA, los arreglos institucionales para la recopilación de los datos de actividad que correspondan a estos tipos de gases. En el próximo inventario se realizará el reporte de las emisiones, dando cumplimiento a los compromisos asumidos por Nicaragua en el marco del Protocolo de Montreal y la Enmienda de Kigali.

2.6.5. Categorías principales 2015

La identificación de las categorías clave permiten jerarquizar aquellas que sean prioritarias en el inventario nacional y cuya estimación influye significativamente sobre el inventario total de GEI del país.

En el cuarto INGEI, se utilizó la metodología de Nivel 1 orientada por las Directrices del IPCC 2006. Esto facilitó un análisis cuantitativo de las relaciones entre el nivel, la tendencia de las emisiones y absorciones de cada categoría. Las categorías principales son aquellas que, al sumarse juntas en orden de magnitud descendente, suman 95% del nivel total (Evaluación de nivel de clasificación 1).

En la Tabla 13, se presentan los resultados del análisis, identificando la contribución que tienen cada categoría y subcategoría al total del inventario. En este sentido, las categorías que deben ser priorizadas con mayores esfuerzos para el próximo ciclo del inventario son: 3.B.3b Tierras convertidas a pastizal; 3.A.1 Fermentación entérica y 3.B.1.b Tierras convertidas a tierras forestales.

Tabla 13. Categorías principales INGEI 2015

Categoría del IPCC		Estimación del último año 2015 [Gg de CO_2-eq.]	Total, acumulativo al 95%
3.B.3.b	Tierras convertidas a pastizal	11,116.56	31%
3A1	Fermentación entérica	6,654.41	18%
3.B.1.b	Tierras convertidas a tierras forestales	-3,678.99	10%
3C4	Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados	2,768.92	8%
3.B.1.a	Tierras forestales que permanecen como tierras forestales	2,744.03	8%
1.A.3.b	Transporte terrestre	2,073.89	6%
1.A.1.a	Producción de electricidad y calor como actividad principal	1,660.94	5%
3.B.2.b	Tierras convertidas a cultivo	1,313.14	4%
3C5	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados	612.27	2%
3.B.4.b	Tierras convertidas a humedales	563.88	2%
4A	Eliminación de desechos sólidos	535.32	1%
1.A.4.b	Residencial	436.40	1%
1.A.4.a	Comercial/Institucional	423.26	1%

Fuente: Elaboración propia.

2.6.6. Evaluación general de la incertidumbre

La incertidumbre, desde el punto de vista de los inventarios, se puede considerar “como un término general e impreciso que refleja la ausencia de certidumbre (en los componentes del inventario), como consecuencia de cualquier factor causal, tal como fuentes y sumideros no identificados, ausencia de transparencia, etc.” (IPCC, 2000).

De acuerdo con las Directrices del IPPC 2006 (IPCC, 2006), la evaluación de la incertidumbre es un elemento fundamental de un inventario de emisiones, esencialmente para comparar las emisiones estimadas. Sin embargo, esta evaluación es una tarea compleja, ya que los valores de emisión calculados dependen de una gran cantidad y variedad de variables, parámetros y datos.

Para el análisis de incertidumbre del INGEI, se empleó el método del Nivel 1 (IPCC, 2019), que estima las incertidumbres utilizando la Ecuación 2 de propagación del error, la cual, primero combina la incertidumbre del factor de emisión, los datos de actividad y otros rangos de parámetros de estimación por categoría y las estimaciones totales GEI y luego se agregan las incertidumbres, para llegar a una incertidumbre general de las emisiones y absorciones nacionales.

$$U = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \cdots + U_N^2}$$

(Ecuación 2)

Donde:

U = El porcentaje de incertidumbre del producto de las cantidades.
Ui = El porcentaje de incertidumbre asociado con la cantidad i.

La estimación de la incertidumbre constituye un elemento esencial de un inventario exhaustivo de emisiones y absorciones de GEI. Se debe calcular tanto para el nivel nacional como para la tenencia, combinando las emisiones del año base (2000), como para el año de referencia (2015), asociando las incertidumbres de los datos de actividad y de los factores de emisión de cada uno para cada categoría, subcategoría y GEI evaluado.

Según las Directrices del IPCC y su Refinamiento (IPCC, 2019), el propósito es identificar las fuentes significativas de incertidumbre en el inventario, para priorizar la recopilación de datos, variables y factores de emisión y los esfuerzos destinados a mejorar el mismo.

En relación con los parámetros, datos de actividad y factores de emisión que se utilizaron estos son principalmente por defecto, seleccionados en base al conocimiento de especialistas sectoriales y en el caso de la categoría de uso y cambio de uso, se utilizó una combinación entre variables y factores de emisión por defecto y nacionales. En el caso de los datos de actividad, se identificó la incertidumbre, según la fuente o método de estimación de cada uno de ellos.

La incertidumbre estimada para el INGEI 2015 es de ±42% y en la tendencia de un ±49%[8]; según el análisis desarrollado, la incertidumbre está asociada principalmente a los factores de emisión por defecto aplicados para cada fuente o sumidero y en menor medida a los datos de actividad.

[8] Tabla de Incertidumbres (2020). Elaboración propia. https://docs.google.com/spreadsheets/d/1TNSGN3J92wizuttZF711wh4LoDFK2_KK/edit?usp=sharing&ouid=118230235062246336181&rtpof=true&sd=true

La incertidumbre del sector Energía alcanzó el ±7.3%, dominada principalmente por la incertidumbre de los factores de emisión por defecto utilizados para realizar las estimaciones. La incertidumbre de la tendencia del sector es de ±6.3%.

La incertidumbre del sector IPPU alcanzó el ±34.1%, dominada principalmente por la incertidumbre de los factores de emisión por defecto utilizados para realizar las estimaciones. La incertidumbre de la tendencia del sector es de ±45.9%.

La incertidumbre del sector AFOLU alcanzó el ±53%, dominada principalmente por la incertidumbre de los factores de emisión por defecto, variables y parámetros utilizados para realizar las estimaciones.

En el caso de los datos de actividad, la principal incertidumbre proviene del subsector Uso de la Tierra y Cambio de Uso de la Tierra, ya que para estimar las emisiones del año 2000 fue necesario realizar estimaciones para calcular las emisiones por cambio de uso de la tierra, debido que no se cuenta con mapas de cobertura y uso de la tierra validados previos que cuenten con los metadatos requeridos. La incertidumbre de la tendencia del sector es de ±58%.

La incertidumbre del sector Desechos alcanzó el ±71%, dominada principalmente por la incertidumbre de los factores de emisión por defecto y datos de actividad, estimado a partir de estadísticas nacionales e internacionales utilizados para realizar las estimaciones, la incertidumbre de la tendencia del sector es de ±234%, siendo la más alta del INGEI.

2.6.7. Indicadores asociados al INGEI 2015

Las emisiones globales de GEI a nivel mundial causadas por las actividades humanas han mantenido su aumento desde 1970, según el Quinto Informe de Evaluación del IPCC (IPCC, 2014), a pesar de los esfuerzos expresados en un mayor número de políticas de mitigación al cambio climático, las emisiones anuales han aumentado en un promedio de 1 Gt CO_2-eq por año entre el 2000 y 2010.

A nivel mundial, las emisiones totales para el año 2010 equivalen a 49 Gt CO_2-eq, de los cuales el 67% son del consumo de combustibles fósiles e industria (IPCC, 2014b).

Debido al panorama mundial y a los compromisos suscritos ante la CMNUCC, como el Acuerdo de París, donde Nicaragua enfatiza abordar el tema sin perder de vista el principio de responsabilidades comunes, pero diferenciadas, es necesario generar una serie de indicadores asociados a las emisiones en función de visibilizar el aporte del país en las emisiones globales (Tabla 14).

Tabla 14. Indicadores asociados a las emisiones de país 2015

Indicador	Valor
Sector Energía: Toneladas de CO_2 equivalente por habitante.	0.86
Sector IPPU: Toneladas de CO_2 equivalente por habitante.	0.03
Sector Desechos: Toneladas de CO_2 equivalente por habitante.	0.11
Sector Agricultura: Toneladas de CO_2 equivalente por habitante.	1.72
Sector UTCUTS: Toneladas de CO_2 equivalente por habitante.	1.94
Toneladas de CO_2 equivalente por km^2	222.82
Toneladas de CO_2 equivalente por PIB (en millones US$).	2,270.72
***Porcentaje de participación en las emisiones globales.**	**0.05**

*Nota: los indicadores se calcularon usando como base 49 Gt CO_2-eq.

Fuente: Elaboración propia.

2.7. Resultados de las emisiones por sector

2.7.1. Sector Energía

2.7.1.1. Resumen del sector

El consumo energético en Nicaragua ha experimentado un incremento del 20.37% del año 2000 al 2015. Los combustibles más consumidos corresponden a leña, diesel oil y fuel oil; los cuales son utilizados principalmente en los subsectores residencial, producción de electricidad y transporte (MEM, 2001; 2002; 2016).

A continuación, se presentan los principales resultados del sector (Figura 38 y Tabla 15):

- Desde el año 2000 al 2015, las emisiones han incrementado en un 32.40%, este aumento se produce por el aporte de los combustibles fósiles y el consumo de leña.
- A partir del año 2009, se identifica un incremento en las emisiones debido a una alta dependencia de los derivados del petróleo para la generación de energía eléctrica. Esto permitió incrementar el índice de cobertura de viviendas electrificadas, pasando de un 69.8% en el 2010, a un 85.3% en el 2015 (MEM, 2022).
- En el año 2015, las emisiones de GEI se contabilizaron en 5,325.96 Gg CO_2-eq. Las categorías con mayor contribución son Transporte (combustión móvil) con 40.39% e Industrias de la energía (combustión estacionaria) con 32.88%.

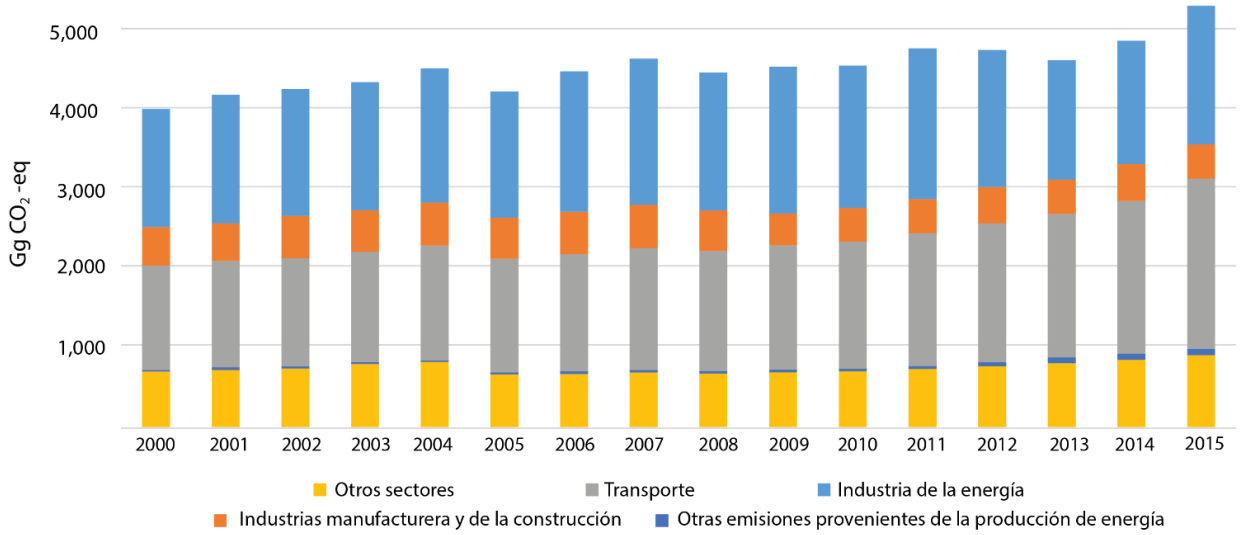


Figura 38. Emisiones del sector Energía por subcategoría (Gg CO_2-eq)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. Emisiones del Sector Energía en Gg de CO_2-eq

Categorías		Años / Gg de CO_2-eq							
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	**Energía**	**4,022.58**	**4,204.65**	**4,274.57**	**4,361.19**	**4,535.70**	**4,245.57**	**4,499.37**	**4,660.00**
1A	**Actividades de quema de combustible**	4,000.07	4,169.46	4,247.63	4,336.82	4,515.63	4,220.25	4,465.61	4,625.05
1B	**Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles**	22.51	35.19	26.94	24.37	20.07	25.32	33.76	34.95

Categorías		Años / Gg de CO_2-eq							
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	**Energía**	**4,482.71**	**4,555.76**	**4,570.75**	**4,789.23**	**4,769.60**	**4,637.90**	**4,885.15**	**5,325.96**
1A	**Actividades de quema de combustible**	4,448.47	4,521.43	4,535.27	4,754.52	4,716.58	4,562.56	4,805.66	5,245.28
1B	**Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles**	34.24	34.33	35.48	34.71	53.02	75.34	79.49	80.68

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 39, se presentan las emisiones de cada subcategoría del sector durante los años 2000 y 2015, donde se identifican los siguientes resultados:

- Transporte: las emisiones han incrementado en un 62.90%, debido a un aumento de consumo de combustibles de un 63.44% durante el período.
- Industrias de la energía: las emisiones se redujeron en un 17.16% por la incorporación de plantas de producción de energía a base de fuentes renovables.

- Otros sectores: las emisiones incrementaron en un 29.58%. Se incluyen las categorías comercial e institucional; residencial y agricultura, silvicultura y pesca.
- Industrias manufactureras y de la construcción: las emisiones disminuyeron en un 10.19%. Se incluyen las categorías comercial e institucional; residencial y agricultura, silvicultura y pesca.
- Otras emisiones provenientes de la producción de la energía: las emisiones han incrementado en un 258.42%.

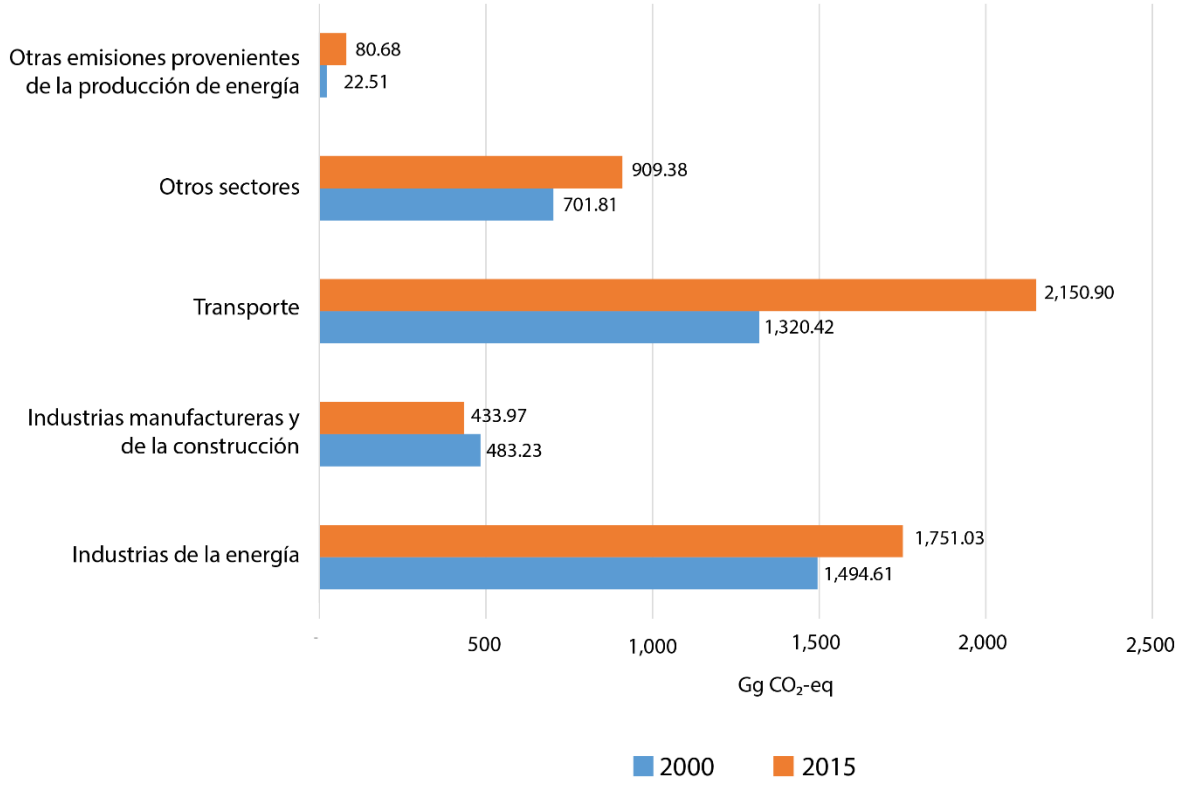


Figura 39. Emisiones por subcategoría año 2000 y 2015

Fuente: Elaboración propia.

2.7.1.2. Panorámica del sector

El sector Energía considera las emisiones de GEI generadas por la combustión de combustibles y la volatilización de gases, ya que, en la mayoría de los países, la energía es generada a través de la quema de combustibles fósiles.

Durante la combustión completa, se oxida el contenido de carbono, el cual se transforma en CO_2 y agua (H_2O), liberando la energía química del combustible en forma de calor. En cambio, cuando ocurre una combustión incompleta, también se emiten pequeñas concentraciones de CH_4, N_2O, NOx, CO, SO_2, y COVDM. En general, se utiliza el calor

directamente (o con cierta pérdida por conversión) para producir energía mecánica, muchas veces para generar electricidad o para el transporte (IPCC, 2006).

En este sentido, las emisiones surgen como resultado de la quema de combustibles, las cuales se clasifican según su fuente:

- Fuentes estacionarias.
- Fuentes móviles.
- Fuente de emisiones fugitivas.

Según las Directrices del IPCC 2006, las emisiones del sector surgen de las siguientes actividades de combustión: emisiones fugitivas o por escape sin combustión y comprenden las siguientes actividades:

- La exploración y explotación de las fuentes primarias de energía.
- La conversión de las fuentes primarias de energía en formas más utilizables en refinerías y centrales eléctricas.
- La transmisión y distribución de los combustibles.
- El uso de combustibles en aplicaciones estacionarias y móviles.

La energía primaria corresponde a todas aquellas fuentes de energía que se extraen o se capturan tal cual la naturaleza las provee. En el caso de Nicaragua, las fuentes de energía primaria son:

- Leña.
- Eólica.
- Hidráulica.
- Biomasa.
- Solar fotovoltaica.
- Geotérmica.

Las fuentes primarias: hidráulica, eólica y solar no generan ningún tipo de emisiones. Respecto a la energía secundaria, esta es producida en centros de transformación a partir de energía primaria o bien a partir de energía secundaria. Los centros de transformación en Nicaragua de la energía secundaria son:

- Centrales de generación eléctrica.
- Refinería de petróleo.
- Carboneras.

A continuación, se presentan los diferentes tipos de combustibles consumidos en Nicaragua, dentro de la clasificación de energía secundaria:

- Fuel oil.
- Carbón vegetal.
- Diesel oil.
- Gas de refinería.
- Gasolina.
- Kero turbo.
- Gas Licuado del Petróleo (GLP).

2.7.1.3. Análisis de categoría/fuente de emisión

La Tabla 16, presenta la lista de las categorías y subcategorías que se realizan en Nicaragua, especificando si fueron o no incluidas en el inventario. Las categorías que no aparecen en la tabla, significan que no aplican para el país.

Tabla 16. Categorías sector Energía aplicables en Nicaragua y gases incluidos

Categorías	Clave	Definición	Explicación	Gases						
				CO_2	CH_4	N_2O	NO_X	CO	COVDM	SO_2
1.A – Actividades de quema del combustible										
1.A.1– Industrias de la energía										
1.A.1.a Producción de electricidad y calor como actividad principal										
1.A.1.a.i - Generación de electricidad	IN	Incluida	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.A.1.a.ii - Generación combinada de calor y energía (CHP)			-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.A.1.b - Refinación del petróleo			-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.A.1.c - Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas										
1.A.1.c.ii - Otras industrias de la energía	IN	Incluida	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.A.2 - Industrias manufactureras y de la construcción										
1.A.2.e - Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	IN	Incluida	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.A.2.k – Construcción			-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.A.2.m - Industria no especificada			-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.A.2.a - Hierro y acero	IE	Incluida en otro lugar	No hay datos disponibles por separado. Incluida en 1.A.2.m.	-	-	-	-	-	-	-
1.A.2.b - Metales no ferrosos				-	-	-	-	-	-	-
1.A.2.c - Productos químicos				-	-	-	-	-	-	-
1.A.2.d - Pulpa, papel e imprenta				-	-	-	-	-	-	-
1.A.2.f - Minerales no metálicos				-	-	-	-	-	-	-
1.A.2.h – Maquinaria				-	-	-	-	-	-	-
1.A.2.i - Minería (con excepción de combustibles) y cantería				-	-	-	-	-	-	-
1.A.2.j - Madera y productos de madera				-	-	-	-	-	-	-
1.A.2.l - Textiles y cuero				-	-	-	-	-	-	-
1.A.3 - Transporte										
1.A.3.a - Aviación civil										
1.A.3.a.i - Aviación internacional	NE	No estimada	No hay datos publicados	-	-	-	-	-	-	-
1.A.3.a.ii - Aviación de cabotaje	IN	Incluida	Datos publicados	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.A.3.b - Transporte terrestre										
1.A.3.b.i - Automóviles	IN	Incluida	Datos publicados	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.A.3.b.ii - Camiones para servicio ligero				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.A.3.b.iii - Camiones para servicio pesado y autobuses				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.A.3.b.iv – Motocicletas				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.A.3.d - Navegación marítima y fluvial										

Categorías	Clave	Definición	Explicación	Gases						
				CO_2	CH_4	N_2O	NO_X	CO	COVDM	SO_2
1.A.3.d.i - Navegación marítima y fluvial internacional	NE	No estimada	No hay datos publicados	-	-	-	-	-	-	-
1.A.3.d.ii - Navegación marítima y fluvial nacional	IE	Incluida en otro lugar	No hay datos disponibles por separado. Incluida en 1.A.3.b	-	-	-	-	-	-	-
1.A.4 - Otros sectores										
1.A.4.a - Comercial/Institucional	IN	Incluida	Datos publicados	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.A.4.b - Residencial				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.A.4.c - Agricultura/Silvicultura/Pesca/Piscifactorías										
1.A.4.c.i – Estacionaria	IN	Incluida	Datos publicados	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.A.4.c.ii - Vehículos todo terreno y otra maquinaria	IE	Incluida en otro lugar	No hay datos disponibles por separado. Incluida en 1.A.3.	-	-	-	-	-	-	-
1.A.4.c.ii - Pesca (combustión móvil)	NE	No estimada	No hay datos publicados	-	-	-	-	-	-	-
1.B - Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles.										
1.B.3 - Otras emisiones provenientes de la producción de energía	IN	Incluida	Datos publicados	✓	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia sobre la base de las Directrices IPCC, 2006.

A continuación, se presenta un análisis de las fuentes de energía de Nicaragua, que corresponden a:

Centrales de Generación Eléctrica

El sistema de generación eléctrico de Nicaragua está constituido por plantas generadoras conectadas al Sistema Interconectado Nacional (SIN) y por plantas conectadas al Sistema Aislado Nacional (SAN). La información sobre la generación de energía eléctrica por año de la serie histórica 2000-2015 fue obtenida de las estadísticas del INE (INE, 2017).

La generación de energía eléctrica se realiza con plantas renovables y no renovables. Las plantas renovables utilizan fuentes de energía primaria: biomasa, geoenergía, hidroenergía, eólica y solar. Las no renovables utilizan fuentes de energía secundaria: diesel oil y fuel oil.

Durante las series temporales 2000-2005 y 2005-2010, Nicaragua, en ambos sistemas eléctricos, mostró una alta dependencia de los derivados del petróleo para la generación de energía eléctrica. Es así que la generación con diesel oil y fuel oil durante la serie

2001-2005 representó entre el 65% y el 82% y para la serie 2005- 2010 representó entre el 63% y el 65% (INE, 2017).

La generación renovable con hidroelectricidad y geotermia tuvo una participación minoritaria en este período. En el año 2009 se construyó la primera central renovable de generación eólica de carácter privado en Nicaragua.

Durante el 2010 – 2015, en el SIN, el uso de los derivados del petróleo para la generación de energía disminuyó hasta 50%, debido a la entrada en operación de tres plantas eólicas y al incremento de potencia de una planta geotérmica. Adicionalmente, en el año 2013, se instaló la primera planta solar en Nicaragua, generando una disminución en el uso de derivados del petróleo, de hasta el 42%, en el período comprendido entre el 2010 al 2015.

El SIN representa el 98.81% de la generación total de energía en Nicaragua, mientras que la generación del SAN, representa apenas el 1.19%. Es por ello que, la generación del SIN es la que verdaderamente repercute en las emisiones de GEI. En la Tabla 17, se presenta la evolución de la generación por tipo de fuente de energía para el SIN y SAN (INE, 2015).

Tabla 17. Evolución de la generación eléctrica (2000 - 2015)

Tipo de Generación	Generación bruta (GWh*)															
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
SIN																
Térmica (Fuel Oil + Diesel Oil)	1,826.0	1,992.0	1,946.0	1,991.0	2,078.0	1,958.0	2,154.0	2,236.0	2,119.0	2,344.0	2,261.0	2,478.0	2,249.0	1,927.0	1,989.0	2,237.0
Térmica (Residuos vegetales)	71.0	48.0	131.0	182.0	234.0	352.0	323.0	381.0	338.0	363.0	385.0	373.0	454.0	482.0	492.0	455.0
Geotérmica	134.0	206.0	210.0	271.0	255.0	271.0	311.0	243.0	322.0	297.0	302.0	273.0	523.0	679.0	662.0	678.0
Hidroeléctrica	210.0	197.0	303.0	297.0	321.0	433.0	308.0	306.0	534.0	297.0	503.0	444.0	417.0	455.0	394.0	294.0
Eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	112.0	163.0	211.0	330.0	562.0	846.0	865.0
Solar	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	2.0
Subtotal	**2,241.0**	**2,443.0**	**2,590.0**	**2,741.0**	**2,888.0**	**3,014.0**	**3,096.0**	**3,166.0**	**3,313.0**	**3,413.0**	**3,614.0**	**3,779.0**	**3,973.0**	**4,106.0**	**4,384.0**	**4,531.0**
SAN																
Térmica (Fuel Oil + Diesel Oil)	21.0	29.0	29.0	31.0	33.0	37.0	42.0	43.0	48.0	42.0	45.0	47.0	47.0	52.0	52.0	53.0
Hidroeléctrica			0.5	0.6	0.6	0.5	0.4	0.1	0.0				1.5	1.5	1.5	1.5
Sub total	21.0	29.0	29.5	31.6	33.6	37.5	42.4	43.1	48.0	42.0	45.0	47.0	48.5	53.5	53.5	54.5
Total	**2,262.0**	**2,472.0**	**2,619.5**	**2,772.6**	**2,921.6**	**3,051.5**	**3,138.4**	**3,209.1**	**3,361.0**	**3,455.0**	**3,659.0**	**3,826.0**	**4,021.5**	**4,159.5**	**4,437.5**	**4,585.5**

**Gigawatt-hora*

Fuente: Elaboración propia sobre la base de las estadísticas del INE.

En la Tabla 17 y en la Figura 40, se observa el tipo de energía utilizado para la generación eléctrica en el país, así como la evolución en el uso de energías renovables, alcanzando un 50% en el año 2015 con respecto al 2005. Esto evidencia el cumplimiento previsto en el Plan Nacional de Desarrollo Humano de Nicaragua 2012-2018.

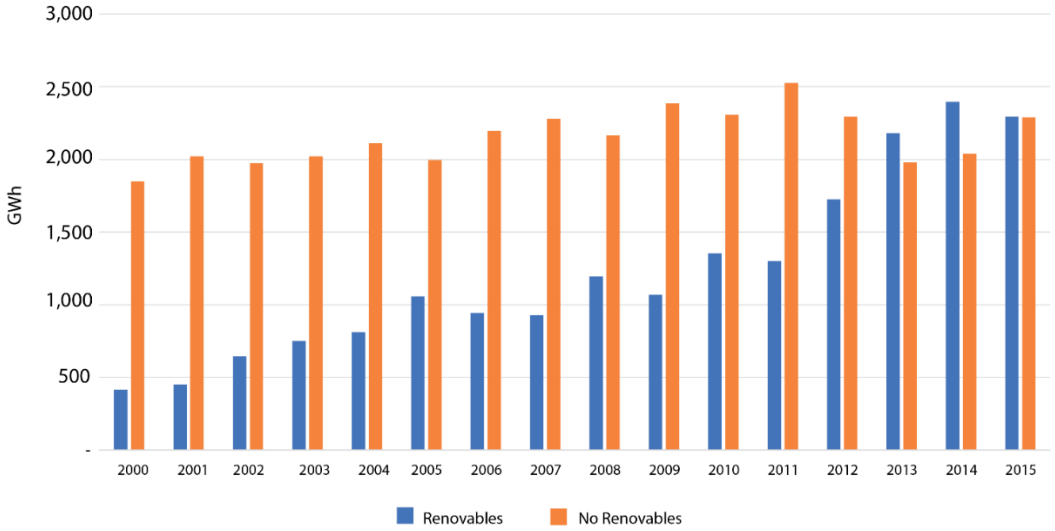


Figura 40. Evolución de la generación eléctrica en Nicaragua por tipo de energía

Fuente: Elaboración propia sobre la base de las estadísticas del INE.

Refinería de petróleo

Nicaragua cuenta con una refinería de petróleo donde se realiza el proceso de fraccionamiento y transformación del petróleo crudo en sus derivados. Esta refinería se clasifica como del tipo hydroskimming, la cual es la más simple y antigua y se limita a la destilación, reformación e hidro-tratamiento del petróleo crudo (CEPAL, 2015).

Una refinería del tipo hydroskimming incluye la destilación del crudo y el reformado catalítico, diferentes unidades de hidrotratamiento y mezcla de productos. En países con una alta demanda de gasolina, no tienen la capacidad de alterar los patrones de rendimiento natural de los crudos que procesan (CEPAL, 2012). Estos procesos permiten:

(1) Convertir la nafta en gasolina.
(2) Controlar el contenido de azufre de los productos refinados.

Los derivados de petróleo obtenidos por el fraccionamiento y transformación del petróleo crudo en Nicaragua son los siguientes:

- Gas licuado de petróleo.
- Gasolinas (gasolina Motor y gasolina de Aviación).
- Querosenos (kerosene y turbo combustible).

- Diesel oil.
- Fuel oil.
- Gas de refinería (fuel gas).
- No energéticos (asfaltos, solventes y lubricantes).

En la Tabla 18, se presenta la evolución de los derivados del petróleo procesados en la refinería de Nicaragua durante el período 2000-2015, donde puede verse que por ser la refinería del tipo hydroskimming, la mayor producción se da en los combustibles más pesados, como el fuel oil y el diesel oil.

Tabla 18. Evolución de los combustibles procesados en la refinería (2000-2015)

Tipo de Generación	Combustible procesado (miles de barriles de petróleo)															
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Gas licuado de petróleo	217	217	197	238	189	167	178	185	110	142	172	192	100	127	112	155
Gasolinas (gasolina motor y gasolina de aviación)	869	886	849	820	840	735	752	721	703	844	809	822	578	830	814	847
Querosenos (kerosene y turbo combustible)	291	281	235	247	241	215	196	239	184	209	195	202	178	225	217	256
Diesel oil	1,608	1,782	1,620	1,565	1,556	1,356	1,501	1,509	1,436	1,660	1,622	1,738	1,166	1,556	1,067	1,422
Fuel oil	2,718	3,176	2,744	2,744	2,857	2,524	2,693	2,633	2,283	2,645	2,484	2,373	1,559	2,004	1,943	2,237
Gas de refinería (fuel gas)	82	112	105	105	136	128	175	175	146	95	106	89	65	77	80	98
No energéticos (asfaltos, solventes y lubricantes)	271	285	258	258	323	357	275	293	210	195	185	200	116	196	240	255

Fuente: Elaboración propia sobre la base del BEN 2000-2015.

Para la serie temporal 2000-2005, 2005-2010 y 2010-2015, se identificó que los volúmenes de producción de cada derivado del petróleo son similares en cada año. El fuel oil representó en promedio el 44.59%, el diesel oil el 27.40% y las gasolinas el 14.49%; el resto de los combustibles representaron aproximadamente el 13.53%.

La evolución de los derivados del petróleo procesados en la refinería se presenta en la Figura 41, donde se aprecia una disminución paulatina de los combustibles procesados.

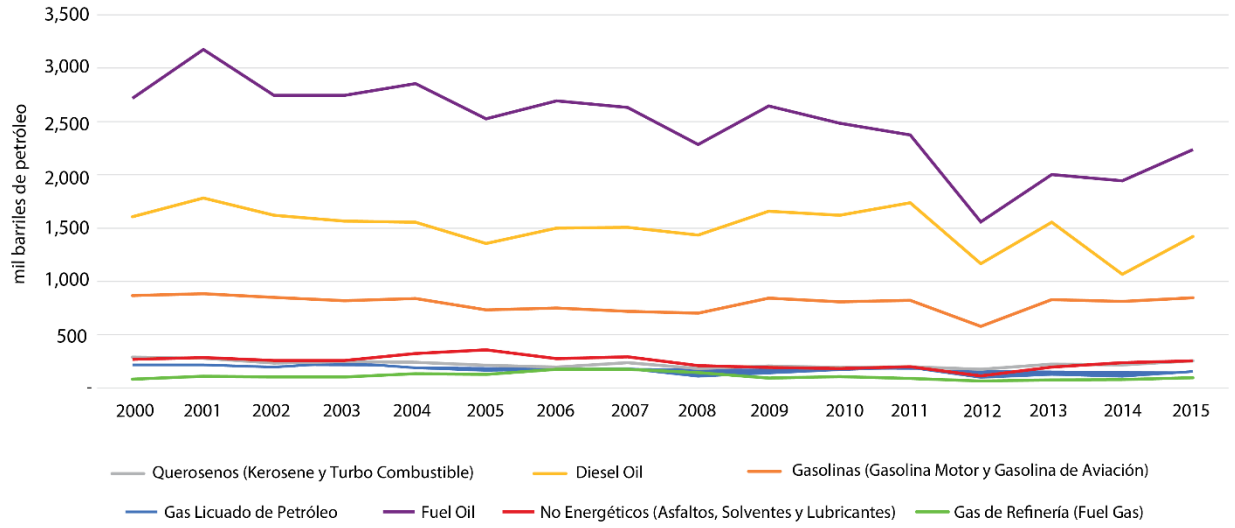


Figura 41. Combustibles procesados en la refinería

Fuente: Elaboración propia sobre la base del BEN 2000-2015.

Carboneras

En Nicaragua la actividad de producción de carbón vegetal se realiza a partir de leña. La forma más común de producción de carbón vegetal es a través de la colocación de la leña en fosas, las cuales tienen generalmente una profundidad de 9 a 10 pulgadas y dimensiones de 2.5 por 3 metros. Esta leña es quemada dentro de la fosa, la cual es cubierta con tierra y en algunos casos, también con zacate.

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Leña realizada en 2007 (MEM,2007), la forma de producción de carbón vegetal es artesanal, con rendimientos en peso del 51.93% de producción de carbón con respecto a la leña y un porcentaje de humedad del 20% al 22%.

La evolución de la producción de carbón vegetal durante el período 2000-2015, ha disminuido significativamente, de 17.4 ktep (kilotoneladas equivalentes de petróleo) en 2000 a 7.5 ktep en 2015 (Figura 42). Según la Estrategia Nacional de Leña y Carbón Vegetal de Nicaragua (2011-2021), esta reducción de la producción de carbón vegetal es debido a:

- Cambios en la metodología de cálculo.
- Incremento de la eficiencia energética en el uso final.
- Introducción de otras fuentes de energías modernas.

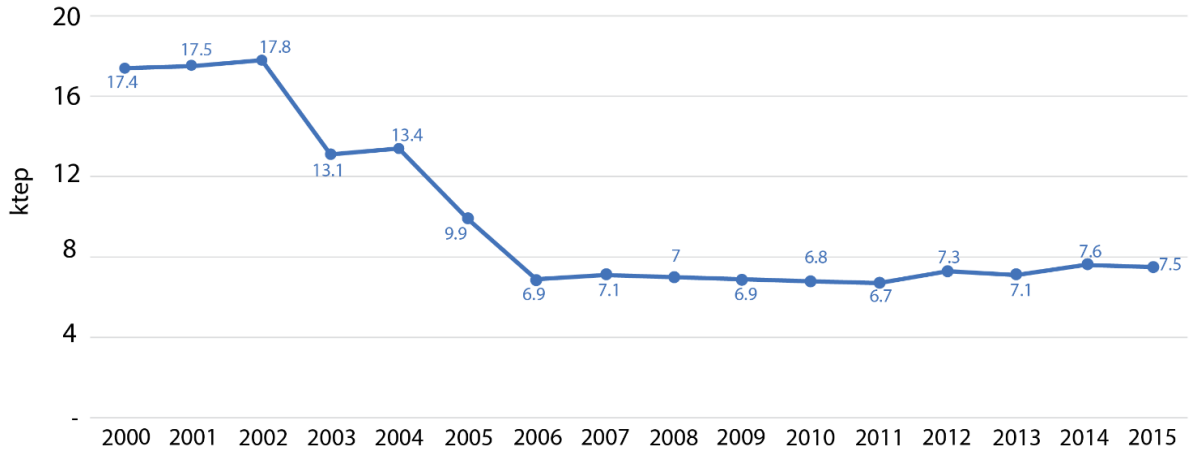


Figura 42. Evolución del carbón producido (2000-2015)

Fuente: Elaboración propia sobre la base del BEN 2000-2015.

2.7.1.4. Descripción del método a ser utilizado

La selección del método a utilizar se relaciona con los recursos disponibles para estimar el inventario, de manera que los esfuerzos sean dirigidos a las categorías de emisiones y absorciones más representativas en el país.

Nicaragua no dispone de factores de emisión específicos de país, por tal razón no se puede utilizar el método de Nivel 2 y las estadísticas sistemáticas del sector Energía no incluyen ninguna información para aplicar el Nivel 3, excepto el tipo de combustible utilizado. La tecnología de combustión y la antigüedad, es información disponible solamente en el caso del subsector Industrias de la Energía. Por consiguiente, el método de Nivel 1 es el que se aplicó para estimar las emisiones de GEI del sector Energía de Nicaragua.

Para aplicar el método Nivel 1, se requiere la siguiente información para cada categoría de fuente y combustible:

- Datos sobre la cantidad de combustible quemado en la categoría de fuente.
- Factor de emisión por defecto.

La metodología del Nivel 1 se basa en la multiplicación de los consumos de cada tipo de combustibles, por el correspondiente factor de emisión, mediante la aplicación de la fórmula siguiente:

$$E = FE \times P$$

(Ecuación 3)

Donde:

E = Emisión del gas contaminante.
FE = Factor de emisión, factor del IPCC por defecto.
P = Consumo del combustible.

2.7.1.5. Datos de actividad

Los datos de la actividad se refieren a las cantidades y los tipos de combustibles quemados en los años de la serie temporal, en este caso, 2000-2015 y que corresponden a la variable P de la (Ecuación 3.

La metodología orienta como buena práctica utilizar en la medida de lo posible:

- Las cantidades de combustible quemado, en vez de las cantidades de combustible entregado.
- Asignar emisiones a la categoría de fuentes para la producción de electricidad.
- Reflejar las variaciones de los valores caloríficos de los combustibles a través del tiempo.

El INGEI ha sido realizado con datos provenientes del BEN para los años 2000- 2015. Este balance sistematiza de forma integrada la información sobre la oferta, transformación y consumo final de las diferentes fuentes energéticas primarias y secundarias que se utilizan en el país, sean estas importadas o producidas localmente.

Además, el BEN proporciona información del consumo de combustible quemado para cada una de las actividades de quema de combustible y la generación de energía geotérmica para la categoría de emisiones fugitivas que requieren las Directrices del IPCC 2006 para estimar las emisiones.

En el BEN se presentan los valores caloríficos de los combustibles los cuales son los mismos durante la serie temporal 2000-2015, por lo que es factible aplicar las buenas prácticas que recomienda el IPCC (IPCC, 2006). La Tabla 19 relaciona la información que solicita la metodología IPCC 2006 y el BEN.

Tabla 19. Categorías sector Energía IPCC y el BEN

Categoría del IPCC	Descripción	Ubicación en el BEN
1A. Actividades de quema del combustible		
1.A.1 Industrias de la Energía	Emisiones por la extracción de combustibles o por las industrias de producción energética.	TRANSFORMACIÓN: • Carboneras • Auto productores • Centrales termoeléctricas (excepto geoenergía) • Refinerías
1.A.2 Industrias manufactureras y de la construcción	Emisiones en la industria, la cual incluye generación de electricidad y calor para el uso propio.	CONSUMO FINAL: • Industria y otros.
1.A.3 Transporte	Emisiones de la quema y la evaporación de combustible para todas las actividades de transporte.	CONSUMO FINAL: • Transporte
1.A.4 Otros sectores	Emisiones en los sectores Comercial/Institucional, Residencial, Agricultura/Silvicultura/Pesca/Piscifactorías.	CONSUMO FINAL: • Comercio y servicios • Agropecuario • Residencial
1.A.5 No especificado	Todas las emisiones de quema de combustibles que no se hayan especificado en otra categoría.	No aplica
1.B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles		
1.B.1 Combustibles sólidos	Emisiones intencionales y no intencionales emanadas de la extracción, procesamiento, almacenamiento y transporte de combustibles.	No aplica
1.B.2 Petróleo y gas natural	Emisiones fugitivas provenientes de todas las actividades de petróleo y gas natural.	No aplica
1.B.3 Otras emisiones provenientes de la producción de energía	Otras emisiones fugitivas, por ejemplo, de producción de energía geotérmica, turba y otra producción de energía no incluida anteriormente.	TRANSFORMACIÓN: • Centrales termoeléctricas (geoenergía)
1.C. Transporte, inyección y almacenamiento de dióxido de carbono.		
1.C.1 Transporte de CO_2	Emisiones fugitivas de los sistemas usados para transportar CO_2 capturado desde la fuente hasta el sitio de inyección.	No aplica
1.C.2 Inyecciones y almacenamiento	Emisiones fugitivas de actividades y equipos en el sitio de inyección y de contención final después de que el CO_2 es almacenado.	No aplica
1.C.3 Otros	Cualquier otra emisión de almacenamiento de CO_2 no declarada en otro rubro.	No aplica

Fuente: Elaboración propia sobre la base de las Directrices IPCC 2006 (IPCC, 2006) y BEN 2000-2015.

Los DA para el sector Energía se refieren a las cantidades y los tipos de combustibles quemados en los años de estudio. Respecto al consumo de combustible en Nicaragua, corresponden a:

- Las centrales de generación eléctrica (generación de electricidad, generación combinada de calor y energía): diesel oil, fuel oil, residuos vegetales.
- La refinería de petróleo: diesel oil, fuel oil, GLP, gasolinas, kerosene/keroturbo, gas de refinería.
- Las carboneras para producir carbón vegetal: leña.
- El consumo final de los diferentes sectores socioeconómicos (industria, construcción, comercio y servicios que incluye gobierno, residencial, agricultura): diesel oil, fuel oil, GLP, gasolinas, kerosene/keroturbo, residuos vegetales, leña, carbón vegetal, coque de petróleo y otras biomasas.
- El consumo de combustible del sector transporte (aviación civil en Nicaragua y transporte terrestre): diesel oil, gasolinas, kerosene/keroturbo.
- El consumo de energía geotérmica, como fuente primaria de energía, es incluida a efectos de posteriormente calcular en base a un factor de emisión específico, las emisiones fugitivas producto de esta actividad.

A continuación, se presenta la estructuración del consumo de combustible del país distribuido en las categorías orientadas por el IPCC.

Industrias de la energía (1A1)

Dentro de Industrias de la energía se identificaron tres subcategorías:

- Producción de electricidad y calor como actividad principal.
- Refinación del petróleo.
- Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la energía.

La Tabla 20 presenta la evolución del consumo de combustibles de las tres subcategorías antes indicadas.

Tabla 20. Industrias de la energía, evolución del consumo de combustibles (ktep - Miles de Toneladas Equivalente de Petróleo), 2000-2015

Categoría / Combustible	Años															
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1.A.1 - Industrias de la energía																
1.A.1.a Producción de electricidad y calor como actividad principal																
1.A.1.a.i - Generación de electricidad																
Diesel oil	22.4	19.0	8.6	10.4	11.5	14.6	22.5	64.6	24.8	16.8	8.1	8.4	12.2	10.9	12.3	15.8
Fuel oil	409.0	450.0	454.0	457.0	476.0	443.0	486.0	465.0	477.0	526.0	512.0	548.0	497.0	424.0	436.0	491.0
1.A.1.a.ii - Generación combinada de calor y energía (CHP)																

Categoría / Combustible	Años															
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Residuos vegetales	51.4	46.1	66.0	82.9	103.0	116.0	115.0	142.0	137.0	141.0	169.0	128.0	152.0	204.0	192.0	182.0
1.A.1.b - Refinación del petróleo																
Diesel oil	0	0	0	0	0	0	0	1.0	0.7	0.7	3.6	3.8	2.1	1.6	1.1	0.8
Fuel oil	15.5	15.0	13.9	11.6	12.7	12.7	11.4	11.9	11.7	11.4	11.1	11.2	7.0	10.3	13.0	11.3
Gas de refinería	14.1	19.4	18.2	19.5	23.4	22.0	30.2	32.0	25.1	16.4	18.3	15.4	11.2	12.7	13.8	16.9
Gas licuado de petróleo	1.1	1.0	1.3	1.9	2.3	2.3	1.4	1.4	1.2	1.1	1.1	1.0	2.5	4.0	2.5	3.0
Gasolinas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kerosene y keroturbo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.A.1.c – Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias energéticas																
1.A.1.c.ii – Otras industrias de la energía																
Leña	53.5	53.7	54.9	40.5	41.5	30.3	25.0	25.7	25.5	25.0	24.5	24.4	26.5	26.7	27.5	27.3

Fuente: Elaboración propia con base en el BEN del 2000 al 2015.

La Producción de electricidad y calor presenta el mayor consumo de combustible, debido principalmente al consumo de las plantas de generación termoeléctricas, con derivados del petróleo y a autoproductores con el consumo de residuos vegetales (bagazo de caña y un pequeño uso de cascarilla de maní) (INE, 2017).

Es importante indicar que gran parte de la generación de energía de los autoproductores es suministrada al SIN, la cual es contabilizada dentro de la subcategoría Producción de electricidad y calor. La parte restante de la energía generada es utilizada como consumo propio y esta se incluye dentro de la categoría Industrias manufactureras y de la construcción.

El combustible con mayor consumo dentro de la producción de electricidad y calor corresponde al fuel oil. Para el período 2000-2005 y 2005-2010, las centrales termoeléctricas con derivados del petróleo y autoproductores representan los consumos de combustibles más importantes. Esto se debió especialmente:

- Al incremento de la generación de autoproductores que utilizan biomasa como combustible, habiendo casi duplicado este consumo entre una serie y la otra.
- Al incremento del consumo de fuel oil, que es el combustible mayormente utilizado para la generación de energía eléctrica en Nicaragua.

Durante 2006-2007, hubo racionamiento severo en el país por la falta de generación eléctrica, sin embargo, no es evidente en las estadísticas una disminución del consumo de combustible en esos años.

Para el período 2010-2015, se observa una disminución promedio de fuel oil (Figura 43) debido a:

- Alza del precio internacional del petróleo.
- Entrada en operación de cuatro plantas eólicas.

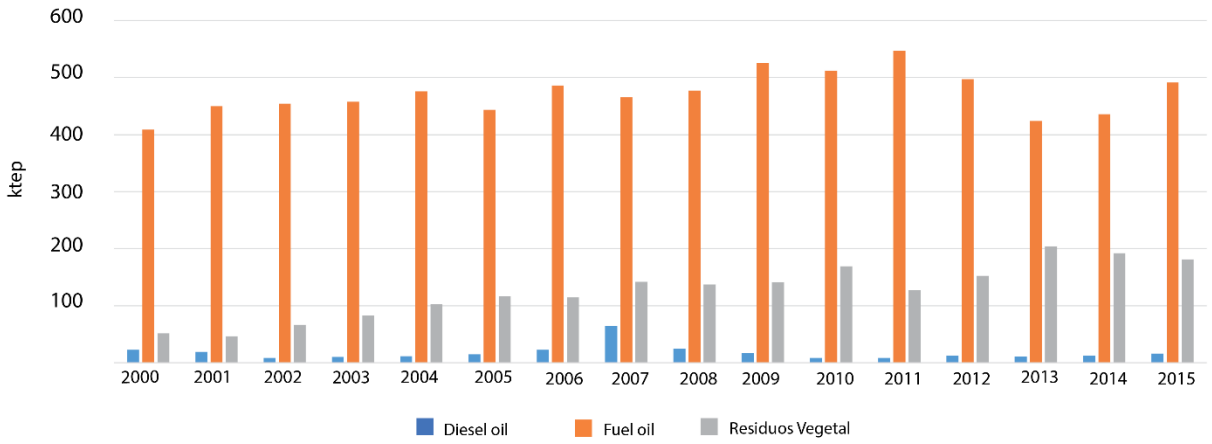


Figura 43. Consumo de combustible en la producción de electricidad y calor

Fuente: Elaboración propia con base en el BEN del 2000 al 2015.

Respecto a la refinación del petróleo (Figura 44), el combustible mayormente consumido durante este proceso corresponde al gas de refinería, fuel oil y gas licuado de petróleo. En el período 2005-2010, se identificó que a partir del año 2007 se empezó a consumir diesel oil en la refinería. Es importante resaltar que en los años 2006, 2008 y 2009 se consumió ligeramente gasolina y kerosene/keroturbo. En la Figura 44, se presenta el consumo de combustible por la refinación del petróleo, donde se aprecia una disminución del consumo de fuel oil.

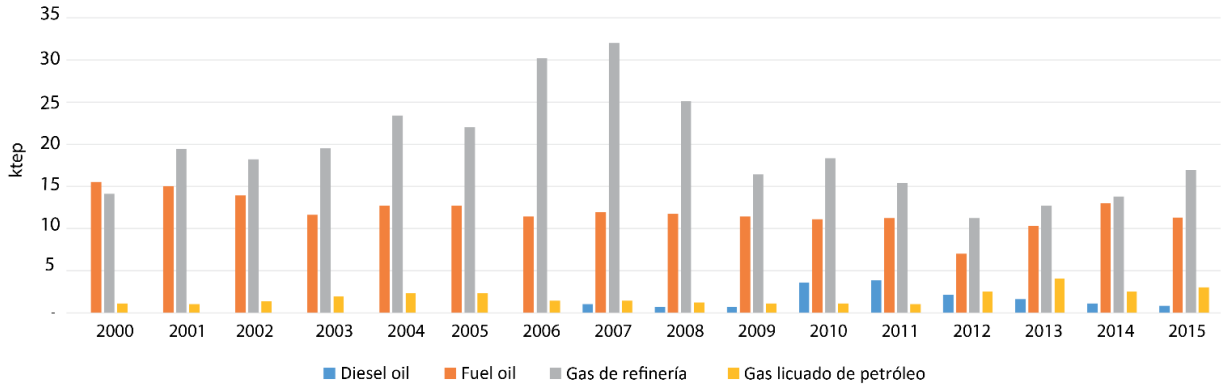


Figura 44. Consumo de combustible en la refinación del petróleo

Fuente: Elaboración propia con base en el BEN del 2000 al 2015.

En la subcategoría Industrias de la energía, se identificó Otras industrias de la energía, que corresponde a las carboneras de Nicaragua. Para la serie temporal 2000-2015, se identificó que el consumo de leña en el país ha disminuido considerablemente.

En la Figura 45, se observa que en el período 2000-2010 hay una disminución significativa del consumo de leña para producción de carbón vegetal. Según datos publicados en la Estrategia Nacional de Leña y Carbón Vegetal de Nicaragua 2011- 2021 (MEM, 2011) estas disminuciones son debido a:

- Cambios en la metodología de cálculo.
- Incremento de la eficiencia energética en el uso final.
- Introducción de otras fuentes de energías modernas.

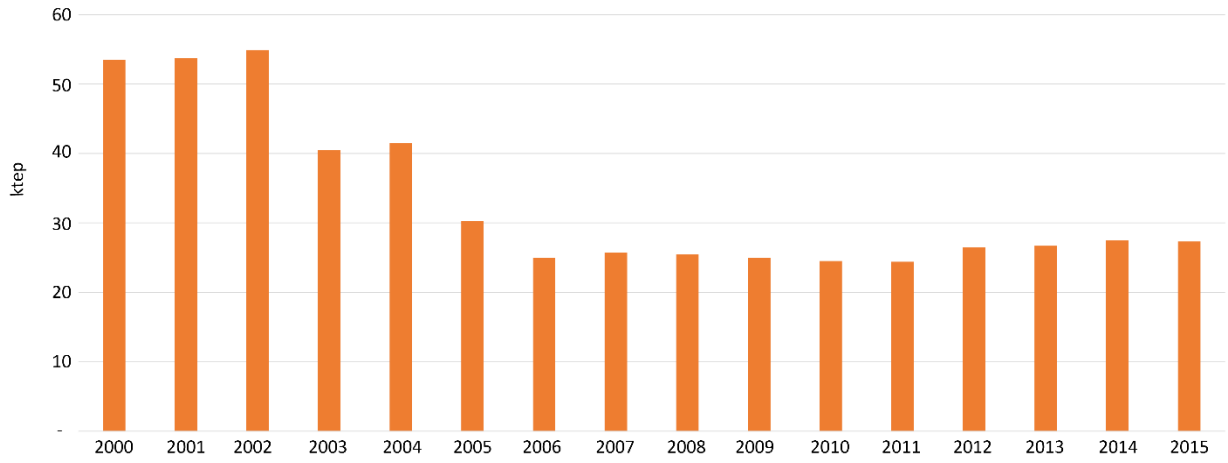


Figura 45. Consumo de leña en otras industrias de la energía

Fuente: Elaboración propia con base en el BEN del 2000 al 2015.

Industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2)

Dentro de la categoría Industrias manufactureras y de la construcción existe información de las siguientes subcategorías:

- Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco.
- Construcción.
- Industria no especificada.

El BEN presenta el consumo final de energía para la subcategoría Industria y Otros. Dentro de la subcategoría Industria, están incluidas todas las categorías industriales de Nicaragua. En el caso de la subcategoría Otros, corresponde a la actividad Construcción. Siguiendo la metodología del IPCC 2006, ambas caben dentro de la categoría Industrias manufactureras y de la construcción.

Otro de los consumos finales y de gran importancia de energía identificados, corresponde al consumo propio de la energía generada por los autoproductores. Este consumo cabe dentro de la subcategoría Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco, ya que los autoproductores de Nicaragua son los ingenios azucareros.

El detalle del consumo de combustible para cada una de las categorías descritas anteriormente se presenta en la Tabla 21.

Tabla 21. Industrias manufactureras y de la construcción, evolución del consumo de combustibles (ktep - Miles de Toneladas Equivalente de Petróleo), 2000-2015

Categoría / Combustible	Años															
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1.A.2 - Industrias manufactureras y de la construcción																
1.A.2.e - Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco																
Diesel oil	3.9	4.1	4.2	4.2	2.9	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fuel oil	0.5	0.3	0.4	0.5	0.5	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leña	4.0	0.7	9.3	11.3	19.1	10	8.2	11.8	11.7	8.7	0.6	19	9.3	5.2	5.4	1.2
Residuos vegetales	57.9	19.7	24.1	29.5	84.8	84.6	75.8	87.6	97.3	107.0	121.0	98.3	126	153.0	164.0	135.0
1.A.2.k – Construcción																
Diesel oil	5.4	5.4	5.4	5.5	5.8	5.7	5.8	6.0	5.8	5.9	6.2	6.5	6.6	6.9	7.3	8.0
Fuel oil	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Gasolinas	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	1	1	1.1	1.1	1.2	1.3
Kerosene y keroturbo	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2
1.A.2.m - Industria no especificada																
Coque de petróleo	0	0	23.4	41.7	40.8	40.8	44.3	41.6	43.4	18.7	23.3	22.6	21.8	19.1	21.2	6.3
Diesel oil	49.3	49.5	49.3	50.1	53.1	52.1	53.8	54.7	53.4	54.5	56.6	59.7	60.6	63.0	67.0	73.6
Fuel oil	78.2	76.9	64.8	39.6	41.2	36.8	37.8	41.5	30.2	25.8	24.1	23.6	30.1	23.9	24	23.8

Categoría / Combustible	Años															
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Gas licuado de petróleo	5.2	5.8	6.3	6.6	6.8	6.9	7.1	7.5	7.5	7.9	8.1	9.0	10.0	11.1	11.5	13.0
Gasolinas	3.9	4.1	4.3	4.4	4.6	4.6	4.7	5	5	5.4	5.4	5.6	6.1	3.2	6.6	7.6
Kerosene y keroturbo	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leña	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	56.3	57.8	56.2	51.2	53	54.3	51.5	52.9	48.4	47.0
Otras biomasas	0	0	0	0	0	0	2.8	2.9	2.8	2.5	2.6	2.7	2.5	2.9	2.4	2.3
Residuos vegetales	127.0	69.0	107.0	20.5	35.6	35.3	8.6	9.0	8.6	8.0	8.3	8.5	8.1	15.2	13.9	13.6

Fuente: Elaboración propia con base en el BEN del 2000 al 2015.

Se aprecia que, dentro del consumo propio de la energía generada por los autoproductores, el consumo de residuos vegetales ha mostrado un incremento sostenido a través de los años. Esto debido a la entrada en operación y aumento de la capacidad de los ingenios azucareros.

Para el período 2000-2005, es interesante notar que hasta el año 2005 se presenta un consumo de diesel oil y fuel oil de los autoproductores, si bien, el consumo de estos energéticos era modesto, a partir del año 2006 dejaron de ser consumidos, por lo que en el período 2010-2015 no se tiene consumo de diesel oil ni de fuel oil (Figura 46).

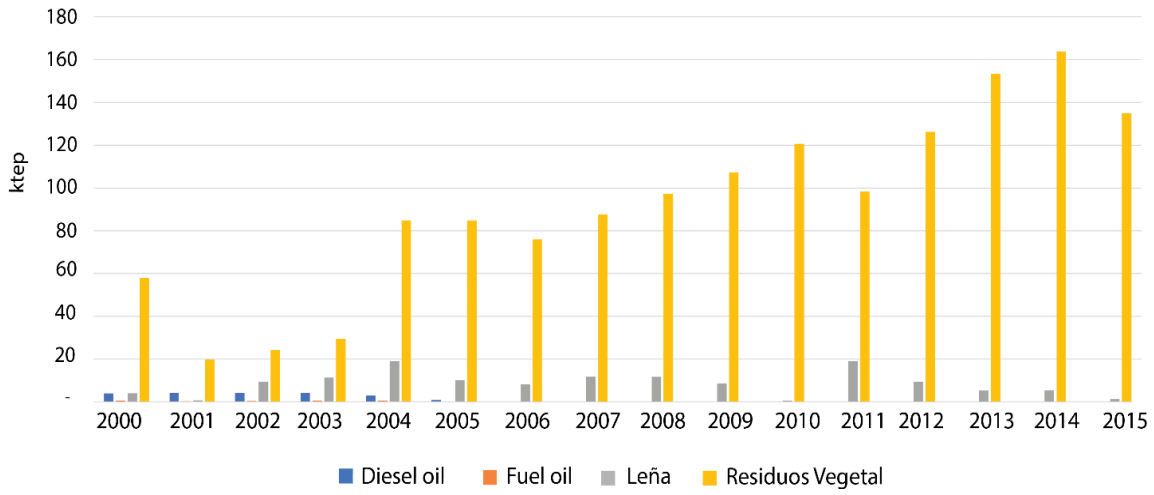


Figura 46. Consumo de combustibles, procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco

Fuente: Elaboración propia con base en el BEN del 2000 al 2015.

Respecto al subcategoría Construcción, se consume mayoritariamente diesel oil, seguido de gasolina. Se observa que, para todo el período analizado, el consumo de diesel oil y gasolina ha aumentado significativamente. Respecto al consumo del resto de combustibles, no ha habido variaciones significativas (Figura 47).

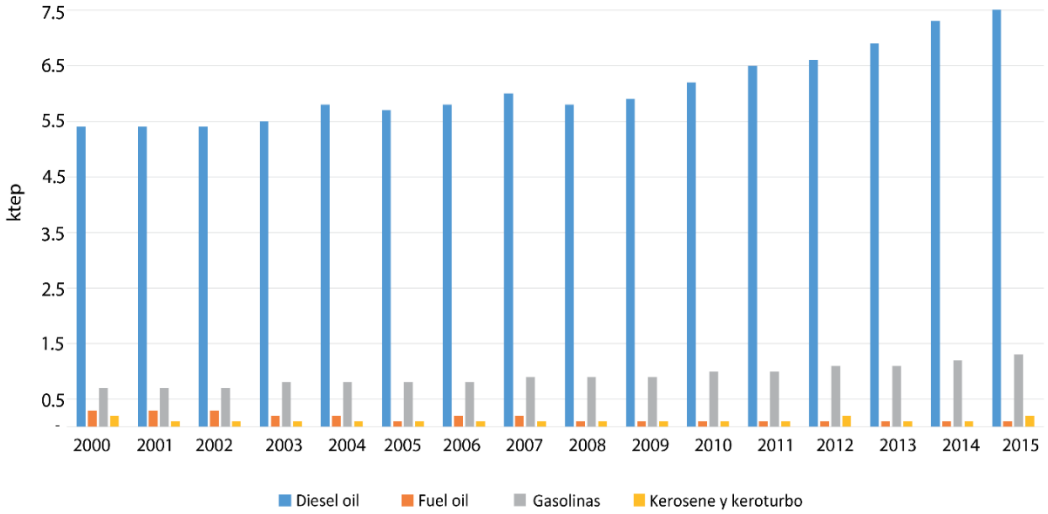


Figura 47. Consumo de combustibles en la construcción

Fuente: Elaboración propia con base en el BEN del 2000 al 2015.

En la subcategoría Industria no especificada, los combustibles que más se consumen corresponde a coque de petróleo, diesel oil, fuel oil y leña. En menor medida es consumido el gas licuado de petróleo, gasolinas, kerosene y keroturbo, otras biomasas y residuos vegetales (Figura 48).

En el año 2000, el combustible mayormente consumido correspondió a los residuos vegetales y a partir del año 2001, este consumo disminuyó significativamente; esta variación se debió a que en el año 2000 estaban operando siete (7) ingenios azucareros y a partir del año 2001 cuatro dejaron de hacerlo.

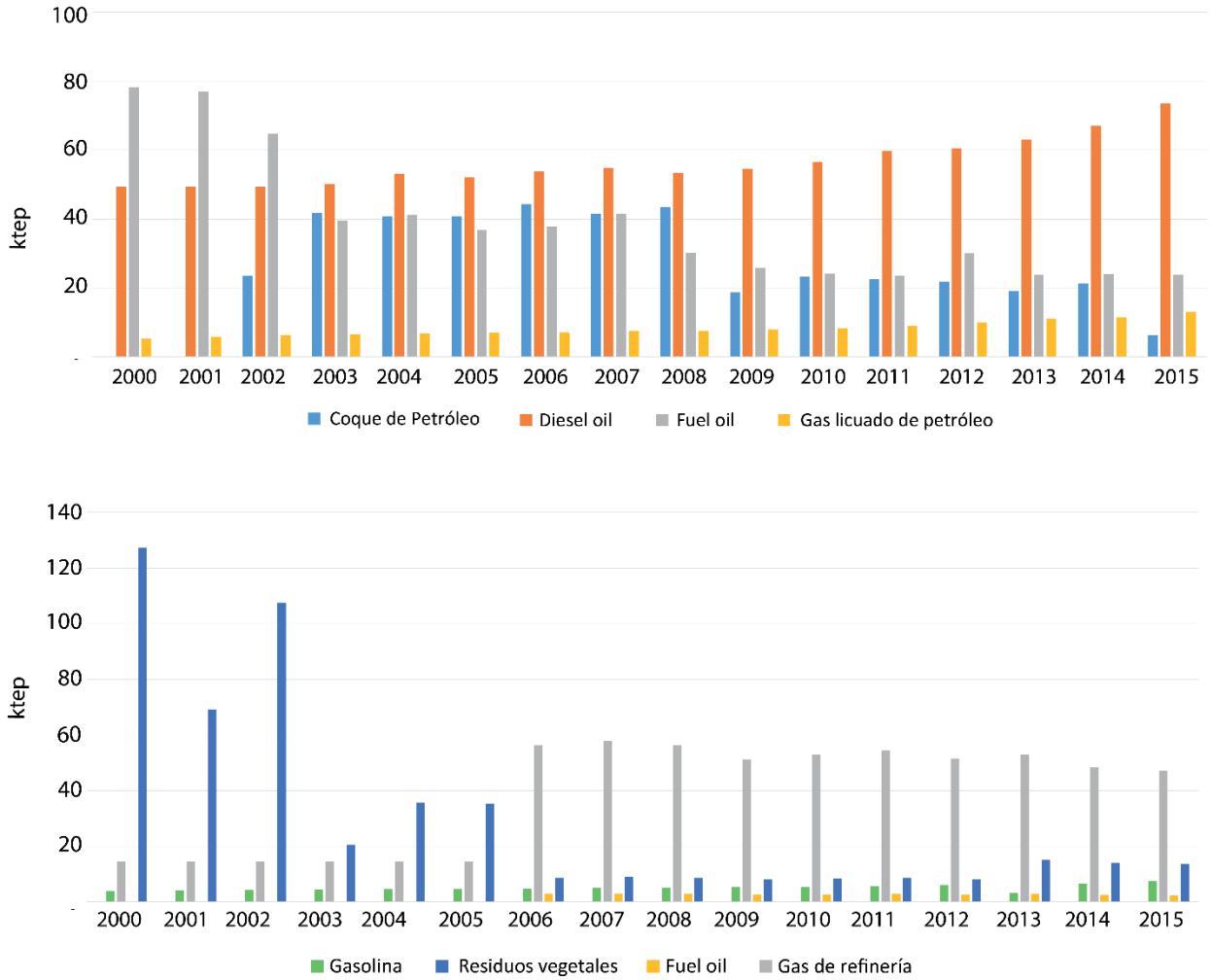


Figura 48. Consumo de combustibles en industria no especificada

Fuente: Elaboración propia con base en el BEN del 2000 al 2015.

Transporte (1.A.3)

Parque vehicular

La División General de Planificación del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) presenta en sus anuarios estadísticos de transporte el parque vehicular automotor de Nicaragua (Tabla 22).

Según el anuario estadístico de 2015, el 48.5% del parque vehicular de Nicaragua se concentra en el departamento de Managua. En otros departamentos, el parque vehicular se comporta así: en Chinandega es del 6.8%, el 6.3% en León, 5.7% en Matagalpa y el 4.8% en Estelí. En el resto de los departamentos el parque vehicular es inferior al 4.8% (INIDE, 2015). En la Tabla 22, se detalla la evolución del parque vehicular de Nicaragua por tipo de vehículo.

Tabla 22. Evolución del parque vehicular de Nicaragua

Tipo	Autobús	Auto Móviles	Cabezal	Camiones	Camioneta	Furgoneta	Micro buses	Motos	Varu	Aplana doras	Otros
2000	5,460	6,1357	2,423	17,615	67,939	1,804	5,244	23,857	11,601		4,559
2001	6,078	70,372	2,863	19,301	74,769	1,916	5,620	26,654	11,784		4,993
2002	6,947	83,168	3,617	21,805	84,310	2,193	6,541	28,973	12,753		5,682
2003	7,026	86,020	3,865	22,135	86,225	2,309	6,756	29,324	12,829		5,874
2004	8,158	94,996	4,568	24,135	97,404	2,640	7,981	33,846	13,701		7,495
2005	8,299	99,902	5,148	25,486	104,310	2,990	8,063	36,987	13,715		7,281
2006	9,018	106,322	5,370	27,880	111,961	3,496	8,684	44,192	14,238		8,449
2007	9,428	115,432	6,092	29,982	120,221	4,030	9,240	56,525	14,414		8,932
2008	7,796	122,185	6,995	31,245	130,982	3,978	9,825	76,463	9,231		7,630
2009	7,892	121,665	7,252	32,190	132,195	4,017	9,923	87,247	9,274		7,822
2010	6,739	116,943	7,649	30,438	136,756	4,296	8,457	112,632	9,589		8,145
2011	6,904	112,373	6,816	32,532	131,439	3,871	9,008	134,456	9,583	484	8,092
2012	7,256	119,446	7,278	35,443	140,097	3,998	9,683	169,055	9,955	827	8,593
2013	7,404	125,000	7,636	37,001	141,751	4,138	10,106	181,781	9,950	864	9,100
2014	8,443	142,741	8,709	42,181	161,610	4,717	11,521	207,446	11,343	985	10,735
2015	7,076	134,691	8,469	41,470	151,986	4,551	10,785	266,589	9,653	800	10,865

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los anuarios estadísticos INIDE 2000-2015.

Desde el 2000 al 2015, el parque vehicular del país ha crecido en un 220.49%. La mayor cantidad de vehículos corresponde a camionetas, motos, automóviles y camiones, los cuales representan en promedio el 87.95% del total de vehículos. En la Tabla 23, se presenta los vehículos más representativos del parque total nacional.

Tabla 23. Parque vehicular de Nicaragua

Tipo	2000	2005	2010	2015
Camioneta	67,939	104,310	136,756	151,986
Motos	23,857	36,987	112,632	266,589
Automóviles	61,357	99,902	116,943	134,691
Camiones	17,615	25,486	30,438	41,470
Resto	31,091	45,496	44,875	52,199
Total	**201,859**	**312,181**	**441,644**	**646,935**

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los anuarios estadísticos INIDE 2000-2015.

Consumo de combustible

El consumo final de energía para la subcategoría Transporte se presenta en el BEN, el cual incluye el transporte terrestre y aéreo. Los combustibles consumidos vía terrestre corresponden a diesel oil y gasolinas, y en el aéreo corresponden a keroturbo.

Las Directrices del IPCC 2006 divide el consumo de combustible en los siguientes tipos de vehículos:

- Automóviles.
- Camiones para servicio ligero.
- Camiones para servicio pesado y autobuses.
- Motocicletas.

El diesel oil y gasolinas representan en promedio el 95.90% de consumo de combustibles durante el 2000 al 2015. El detalle del consumo de combustible para cada tipo de vehículo del transporte terrestre se presenta en la Tabla 24 y Figura 49.

Tabla 24. Sector transporte, evolución del consumo de combustibles (ktep - Miles de Toneladas Equivalente de Petróleo), 2000-2015

Categoría / Combustible	Años/ktep															
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1.A.3 – Transporte																
1.A.3.a - Aviación civil																
1.A.3.a.ii - Aviación de cabotaje																
Keroturbo	23.0	21.4	20.6	21.4	19.5	18.2	17.8	22.6	21.8	19.5	18.3	19.2	21.5	20.9	22.4	25.5
1.A.3.b - Transporte terrestre																
1.A.3.b.i – Automóviles																
Diesel oil	2.9	3.0	3.0	3.1	3.3	3.3	3.4	3.5	3.5	3.5	3.6	3.6	3.6	3.8	4.1	4.4
Gasolinas	99.3	107.0	115.0	118.0	121.0	122.0	125.0	132.0	130.0	138.0	134.0	135.0	143.0	148.0	157.0	171.0
1.A.3.b.ii - Camiones para servicio ligero																
Diesel oil	68.4	68.1	66.6	67.6	70.3	70.4	71.3	72.3	73.0	73.6	81.3	81.4	81.6	82.9	88.1	94.3
Gasolinas	43.2	44.4	45.2	45.8	47.8	48.7	49.8	51.6	50.3	54.4	56.6	57.0	60.7	60.5	64.5	69.5
1.A.3.b.iii - Camiones para servicio pesado y autobuses																
Diesel oil	183.0	185.0	185.0	188.0	201.0	196.0	203.0	207.0	200.0	205.0	208.0	223.0	228.0	239.0	254.0	282.0
Gasolinas	2.2	2.3	2.4	2.4	2.5	2.5	2.6	2.8	2.6	2.9	2.8	3.1	3.3	3.5	3.7	4.1
1.A.3.b.iv – Motocicletas*																
Diesel oil	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Gasolinas	5.6	5.9	5.8	5.8	6.3	6.6	7.5	9.3	11.8	14.4	18.7	23.3	29.3	31.1	33.2	49.1
Total, keroturbo	**23.0**	**21.4**	**20.6**	**21.4**	**19.5**	**18.2**	**17.8**	**22.6**	**21.8**	**19.5**	**18.3**	**19.2**	**21.5**	**20.9**	**22.4**	**25.5**
Total diesel oil	**254.3**	**256.1**	**254.6**	**258.7**	**274.6**	**269.7**	**277.7**	**282.8**	**276.6**	**282.2**	**293.0**	**308.1**	**313.3**	**325.8**	**346.3**	**380.9**
Total, gasolinas	**150.3**	**159.6**	**168.4**	**172.0**	**177.6**	**179.8**	**184.9**	**195.7**	**194.7**	**209.7**	**212.1**	**218.4**	**236.3**	**243.1**	**258.4**	**293.7**

* Esta clasificación incluye todos los tipos de motocicleta tales como, minimotos, cuadraciclos, moto taxis, etc. Este último fue modificado para que pudiera ser adaptado para el traslado de personas, se encuentran más en zonas departamentales y zonas urbanas. Moviliza a 3 personas incluyendo al conductor.
Fuente: Anuario de aforos de tráfico – MTI

Fuente: Elaboración propia con base en el BEN del 2000 al 2015.

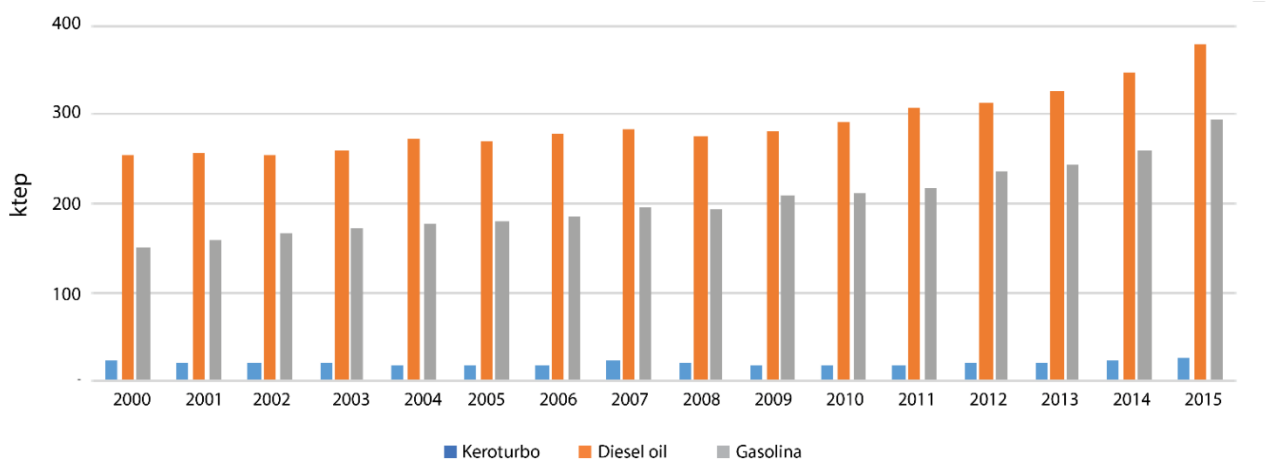


Figura 49. Consumo de combustibles en el transporte

Fuente: Elaboración propia con base en el BEN del 2000 al 2015.

Otros sectores (1.A.4)

Dentro de Otros sectores se identificaron tres categorías en Nicaragua que consumen combustibles, que corresponden a:

- Comercial/Institucional.
- Residencial.
- Agricultura/Silvicultura/Pesca/Piscifactorías.

En la Tabla 25, se muestran las subcategorías, el tipo y cantidad de combustible utilizado. Para la subcategoría Comercial/Institucional, los combustibles más utilizados corresponden a diesel oil, gas licuado de petróleo y leña. Esta subcategoría tuvo un incremento en el consumo de todos los energéticos, a excepción del carbón vegetal que disminuyó significativamente. Para la serie temporal 2000-2005, no se cuenta con datos sobre el consumo de leña, ya que el BEN no incluía esta información la cual fue incluida a partir del año 2006.

La subcategoría Residencial es el gran consumidor, debido principalmente al uso de leña. En el año 2006 - 2007, se realizó la Encuesta Nacional de Leña, lo que representó un cambio significativo en los indicadores que se utilizaban a la fecha para la elaboración del BEN, por tal motivo se observa una fuerte disminución del consumo de este combustible, a partir del año 2006.

Para la subcategoría Agricultura, Silvicultura, Pesca y Piscifactorías, los combustibles con mayor consumo corresponden a diesel oil, leña y residuos vegetales. En el período del 2000 al 2015 el consumo de residuos vegetales se incrementó significativamente, como resultado de la nueva metodología de cálculo utilizada en la Encuesta Nacional de Leña (MEM, 2007).

Tabla 25. Otros sectores, evolución del consumo de combustibles (ktep - Miles de Toneladas Equivalente de Petróleo), 2000-2015

Categoría / Combustible	Años/ktep															
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1.A.4 - Otros Sectores																
1.A.4.a - Comercial/Institucional																
Carbón vegetal	12.9	13.0	13.0	9.0	9.0	5.8	3.0	2.9	2.8	2.6	2.6	2.6	2.5	2.6	2.8	2.9
Diesel oil	43.5	43.7	43.5	44.2	46.8	46.0	47.4	48.3	47.1	48.1	50.0	52.7	53.4	55.6	59.1	64.9
Fuel oil	1.5	1.4	1.2	0.7	0.8	0.7	0.7	0.8	0.6	0.5	0.4	0.4	0.6	0.4	0.4	0.4
Gas licuado de petróleo	22.0	24.2	26.5	27.7	28.7	29.1	30.0	31.7	31.3	33.1	34.2	38.0	41.8	46.8	48.5	54.6
Gasolinas	8.2	8.7	9.2	9.4	9.7	9.8	10.1	10.6	10.6	11.4	11.5	11.9	12.9	13.2	14.1	16.0
Kerosene y keroturbo	4.7	4.4	4.3	4.5	4.1	3.8	3.7	4.7	4.6	4.1	3.8	4.0	4.5	4.4	4.7	5.4
Leña	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.6	35.5	34.9	32.4	32.2	31.9	31.4	31.7	34.8	36.1
1.A.4.b - Residencial																
Carbón vegetal	3.4	3.4	3.4	2.3	2.3	1.5	3.9	3.9	3.9	3.9	3.8	3.8	3.8	3.8	4.0	4.0
Gas licuado de petróleo	20.1	22.2	24.2	25.3	26.2	26.6	27.4	29.0	28.7	30.3	31.3	34.7	38.3	42.8	44.4	50.0
Kerosene y keroturbo	10.3	8.9	8.5	7.5	6.6	6.1	5.0	4.3	2.1	1.9	1.7	1.4	1.4	1.3	1.2	1.3
Leña	1102.0	1135.1	1168.1	1338.7	1377.9	1383.8	839.0	845.0	852.0	858.0	865.0	872.0	879.0	887.0	943.0	947.0
Otras biomasas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	0.9	1.0	0.9	0.9
1.A.4.c - Agricultura/Silvicultura/pesca/Piscifactorías																
1.A.4.c.i - Estacionaria																
Carbón vegetal	1.1	1.1	1.4	1.8	2.1	2.6	0.0	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	1.0	0.7	0.7	0.6
Diesel oil	7.0	7.1	7.0	7.1	7.6	7.4	7.7	7.8	7.6	7.8	8.1	8.5	8.6	9.0	9.5	10.5
Fuel oil	0.9	0.9	0.8	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.9	0.3	0.3
Gas licuado de petróleo	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8
Gasolinas	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.2
Leña	0.8	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	6.9	5.9	4.4	5.9
Residuos vegetales	1.6	1.4	1.1	1.1	1.4	0.9	15.9	15.8	15.8	16.6	15.8	15.8	24.6	23.0	32.0	18.2

Fuente: Elaboración propia con base en el BEN del 2000 al 2015.

Emisiones fugitivas (1.B)

Existen emisiones antropogénicas asociadas con el uso de la energía geotérmica. Estas emisiones están clasificadas en las Directrices del IPCC 2006 como Emisiones fugitivas (IPCC, 2006). Estas emisiones tienden a ser difusas y pueden ser difíciles de monitorear de forma directa. El IPCC 2006 no presenta ninguna metodología para estimarlas, no obstante, se utilizó un factor de emisión de CO_2 por kWh de energía geotérmica generada para realizar las estimaciones.

La generación de energía geotérmica para los períodos 2000-2015 fue obtenida del BEN 2000-2015. En la Tabla 26, se muestra el detalle de la generación de energía geotérmica en Nicaragua en términos de ktep para el período en estudio 2000 - 2015.

Tabla 26. Evolución generación de energía geotérmica en Nicaragua (ktep Miles de Toneladas Equivalente de Petróleo), 2000-2015

	Años/ktep							
Categoría Combustible	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
Energía geotérmica	47.2	73.8	56.5	51.1	42.1	53.1	70.8	73.3
Categoría Combustible	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Energía geotérmica	71.8	72	74.4	72.8	111.2	158	166.7	169.1

Fuente: Elaboración propia con base en el BEN del 2000 al 2015 y estadísticas de INE.

Para la serie temporal 2000-2005, la energía geotérmica presentó una ligera variación producto de la entrada en operación de la planta San Jacinto Tizate en el último cuatrimestre del 2005. Dicha variación es debido a la generación total anual de esta planta.

Consumo de combustible total en el sector Energía

El consumo de combustible ha crecido en un 16.03% durante el período comprendido del 2000 al 2015, distribuido en las diferentes categorías/fuentes evaluadas en el presente inventario, tal como se presenta en la Figura 50.

- Otros sectores es la subcategoría que más combustibles quemó con un 47.98% en el año 2000, aumentando al 52.15% en el año 2005 y decreciendo en el 2015 a 40.70%.
- En segundo lugar, la subcategoría Industrias de la energía, en el año 2000 representó el 21.90% del combustible del sector. En el año 2005 se mantuvo su consumo, mientras en el año 2015, incrementó a 24.91%.
- En tercer lugar, se encuentra la subcategoría Transporte, que en el año 2000 consumió el 16.54% hasta alcanzar un 23.30% en el año 2015, lo que se

correlaciona directamente con el crecimiento de la flota vehicular y naviera del país en este período de tiempo.

- En el caso de la subcategoría Industrias manufactureras y de la construcción y otras emisiones provenientes de la producción de energía, durante la serie temporal se consumió un promedio de 13.57% y 11.09% del combustible respectivamente.

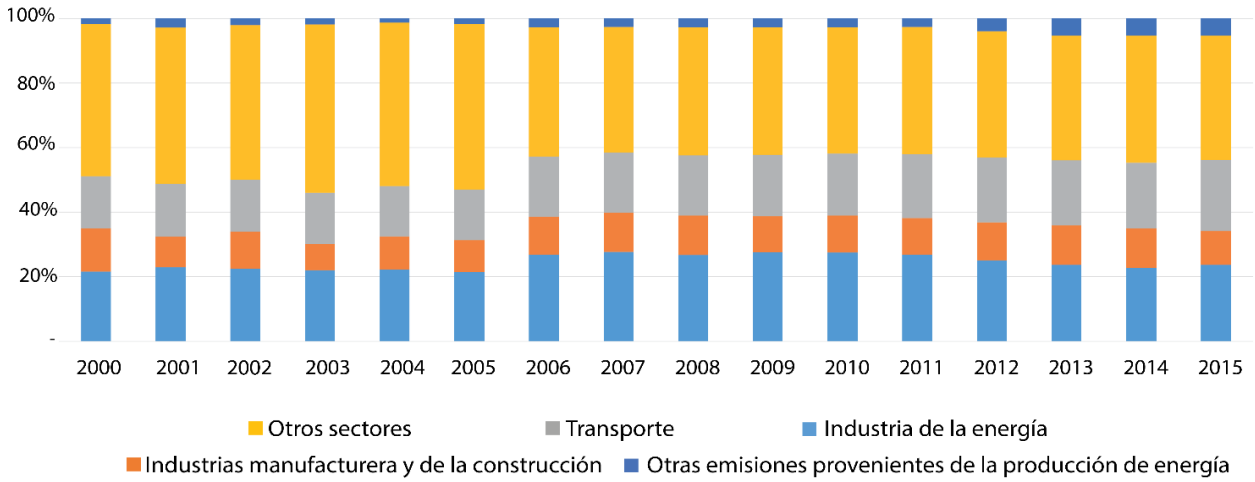


Figura 50. Consumo de combustible total en el sector Energía

Fuente: Elaboración propia con base en el BEN del 2000 al 2015 y estadísticas de INE.

2.7.1.6. Factores de emisión

Según las Directrices del IPCC de 2006, es una buena práctica que cada país identifique los factores de emisión, utilizados para las estimaciones de forma sistemática y objetiva (IPCC, 2006). Nicaragua no cuenta con FE específicos para cada uno de los gases evaluados sobre la base de sus actividades, en la Tabla 27 se presentan los FE utilizados y su incertidumbre asociada.

Tabla 27. Factores de emisión e incertidumbre asociada

Combustible	Gas evaluado	Factor de emisión	Unidad de medida	Incertidumbre	Fuente
Diesel oil	CO_2	74,100	kg CO_2/TJ	± 7%	- Cuadro 2.2: Industrias de la energía. - Cuadro 2.3: Industrias manufactureras y de la construcción. -Volumen 2: Energía. Directrices del IPCC 2006
	CH_4	3.0	kg CH_4/TJ	±100%	
	N_2O	0.6	kg N_2O /TJ	± 250%	
Fuel oil	CO_2	77,400	kg CO_2/TJ	± 7%	
	CH_4	3.0	kg CH_4/TJ	±100%	
	N_2O	0.6	kg N_2O /TJ	± 250%	
Residuos vegetales	CO_2	100,000	kg CO_2/TJ	± 7%	
	CH_4	30.0	kg CH_4/TJ	±100%	
	N_2O	4.0	kg N_2O /TJ	± 250%	
Gas licuado de petróleo	CO_2	63,100	kg CO_2/TJ	± 7%	
	CH_4	1.0	kg CH_4/TJ	± 100%	
	N_2O	0.1	kg N_2O /TJ	± 250%	
Leña	CO_2	112,000	kg CO_2/TJ	± 7%	
	CH_4	30.0	kg CH_4/TJ	± 100%	
	N_2O	4.0	kg N_2O /TJ	± 250%	
Gasolinas	CO_2	69,300	kg CO_2/TJ	± 7%	
	CH_4	3.0	kg CH_4/TJ	± 100%	
	N_2O	0.6	kg N_2O /TJ	± 250%	
Kerosene y keroturbo	CO_2	71,900	kg CO_2/TJ	± 7%	
	CH_4	3.0	kg CH_4/TJ	± 100%	
	N_2O	0.6	kg N_2O /TJ	± 250%	
Coque de Petróleo	CO_2	97,500	kg CO_2/TJ	± 7%	
	CH_4	3.0	kg CH_4/TJ	± 100%	
	N_2O	0.6	kg N_2O /TJ	± 250%	
Otras biomasas	CO_2	112,000	kg CO_2/TJ	± 7%	
	CH_4	30.0	kg CH_4/TJ	± 100%	
	N_2O	4.0	kg N_2O /TJ	± 250%	
Gas de refinería	CO_2	57,600	kg CO_2/TJ	± 7%	
	CH_4	1.0	kg CH_4/TJ	± 100%	
	N_2O	0.1	kg N_2O /TJ	±250%	

Fuente: Elaboración propia sobre las bases de las Directrices del IPCC 2006.

2.7.1.7. Resultado de la estimación de emisiones por método de nivel

Las emisiones GEI para el período 2000 – 2015 corresponden casi en su totalidad a las actividades de quema del combustible y en menor magnitud, a emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles. Los gases emitidos en este sector corresponden a CO_2, CH_4, N_2O, NOx, CO, COVDM y SO_2.

Es importante destacar que las Directrices del IPCC 2006 indican que: "las emisiones de CO_2 de los combustibles de biomasa no se incluyen en el total nacional, pero se declaran como elemento informativo. Las emisiones o absorciones netas de CO_2 se estiman en el sector AFOLU y toman en cuenta estas emisiones", por lo tanto, las emisiones de CO_2 por la quema de leña, otras biomasas y residuos vegetales no están incluidas en este sector, sin embargo, se presentan el consumo de estos combustibles como elemento informativo en la descripción de los DA.

Para el año 2015, las emisiones de CO_2 correspondieron el 91.16% del total, seguido del CO con 6.78%, y COVDM con el 0.89%. El resto de los gases representan en conjunto el 1.17%. El comportamiento de los gases se observa en la Figura 51 y Tabla 28.

En los períodos del 2000-2005 y 2005-2010 el incremento de las emisiones de CO_2 fue en promedio de un 7.94%. Para el período 2010-2015 el aumento de las emisiones de este gas fue del 16.93%, debido a que en el 2015 incrementó el consumo de combustible del sector transporte y de la generación de energía eléctrica a base de fuel oil.

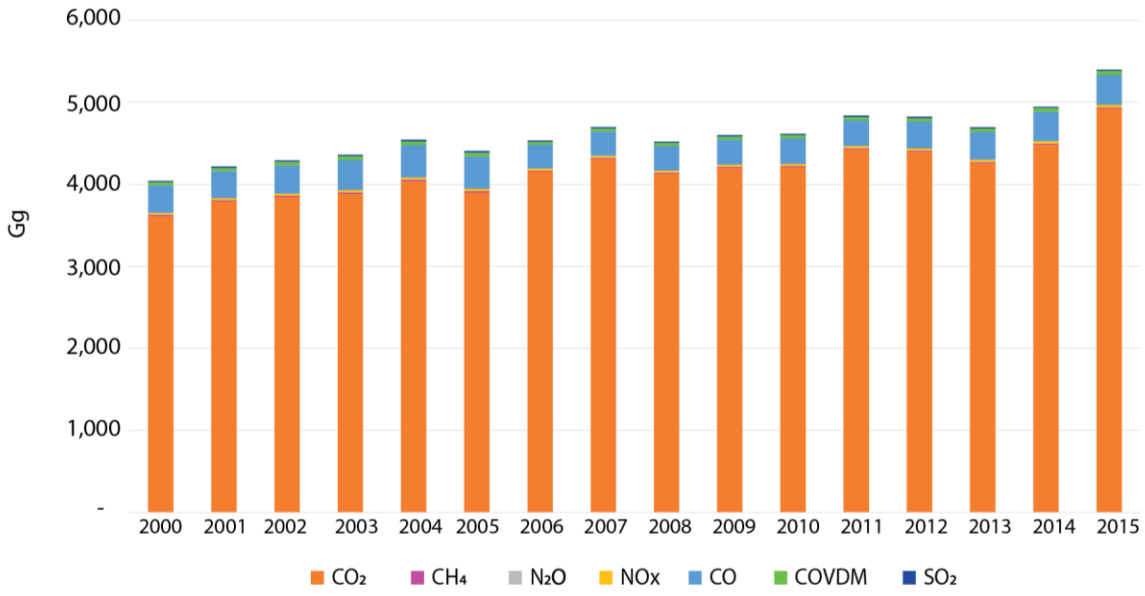


Figura 51. Emisiones del sector Energía por tipo de gas (Gg)

Fuente: Elaboración propia.

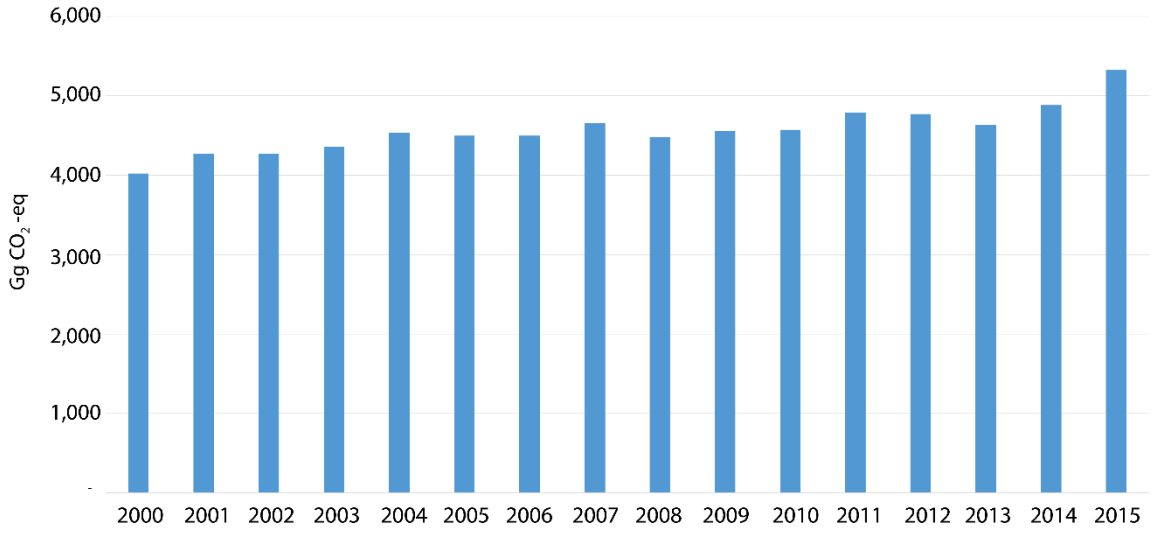


Figura 52. Emisiones totales del sector Energía (Gg CO_2-eq)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28. Emisiones del sector Energía (2000-2015)

Año	Emisiones (Gg)						
	CO_2	CH_4	N_2O	NO_X	CO	COVDM	SO_2
2000	3,613.7	14.8	0.3	24.2	334.9	40.2	15.4
2001	3,792.6	15.1	0.3	24.5	328.2	41.4	15.8
2002	3,845.9	15.6	0.3	25.2	346.8	42.9	16.6
2003	3,884.9	17.6	0.3	25.8	369.2	47.3	17.6
2004	4,037.6	18.2	0.4	27.3	393.6	49.0	18.4
2005	3,901.2	18.3	0.4	26.8	393.5	49.2	17.9
2006	4,155.0	12.1	0.3	25.7	289.5	37.3	15.2
2007	4,309.1	12.3	0.3	26.6	297.9	38.2	15.3
2008	4,130.8	12.3	0.3	26.0	299.6	38.3	15.2
2009	4,200.5	12.4	0.3	26.6	307.1	39.4	15.1
2010	4,210.4	12.5	0.3	27.1	312.3	39.8	15.2
2011	4,428.4	12.6	0.3	28.0	312.6	40.4	15.6
2012	4,398.3	12.9	0.3	28.5	327.7	42.2	15.3
2013	4,257.9	13.1	0.3	28.9	339.2	43.0	14.7
2014	4,482.1	13.9	0.4	30.5	360.0	45.8	15.4
2015	4,923.3	13.9	0.4	32.9	366.2	48.1	15.8

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 29, se presenta los resultados de las emisiones de GEI del año 2015 para cada una de las subcategorías del sector. Las subcategorías Transporte e Industrias de la energía son las mayores emisoras. En cambio, las subcategorías Industrias manufactureras, Construcción y Otros sectores emiten en menor magnitud.

Tabla 29. Emisiones del sector Energía por categoría año 2015

Categorías	Emisiones (Gg)						
	CO_2	CH_4	N_2O	NO_X	CO	COVDM	SO_2
1.A - Actividades de quema del combustible	**4,842.61**	**13.86**	**0.36**	**32.90**	**366.15**	**48.09**	**15.78**
1.A.1 - Industrias de la energía	1,729.22	0.33	0.05	5.39	9.08	0.55	5.66
1.A.2 - Industrias manufactureras y de la construcción	417.09	0.27	0.04	1.95	29.16	0.44	1.28
1.A.3 – Transporte	2,108.94	0.47	0.10	20.44	114.44	21.69	1.62
1.A.4 - Otros sectores	587.36	12.79	0.17	5.12	213.47	25.41	7.22
1.B - Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	**80.68**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
1.B.3 - Otras emisiones provenientes de la producción de energía	80.68	NE	NE	NE	NE	NE	NE

**NE: No estimado*

Fuente: Elaboración propia.

2.7.1.8. Resultado de la estimación de emisiones por método de referencia

La metodología del IPCC 2006 recomienda como buena práctica calcular, adicional a las emisiones del método de nivel o sectorial, las emisiones por el método de referencia, y luego, comparar los resultados de las emisiones de CO_2 de estas dos estimaciones independientes.

La estimación por método de referencia se realiza de manera directa sobre la base de las estadísticas nacionales. Es un método directo que utiliza los datos correspondientes a las importaciones, exportaciones y variación de inventario, también se utilizan los datos de la producción y el uso de tanques internacionales, sin embargo, estos datos no aplican a Nicaragua (IPCC, 2006).

La Tabla 30 presenta las estimaciones de CO_2 para cada uno de los años del período en estudio, mediante el método de referencia.

Tabla 30. Emisiones del sector Energía (2000 - 2015), método de referencia

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Consumo (Tj)	48,148.2	54,884.76	49,638.70	57,493.14	52,535.97	56,685.00	59,523.74	62,492.18
Emisión de CO_2 (Gg)	3,525.83	4,018.89	3,657.39	4,276.07	3,883.82	4,199.21	4,442.04	4,622.55
Año	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Consumo (Tj)	52,904.40	60,469.95	51,221.31	66,507.32	59,921.48	60,214.56	58,937.58	74,219.40
Emisión de CO_2 (Gg)	3,906.95	4,416.74	3,759.36	4,910.10	4,401.38	4,447.54	4,274.91	5,480.43

Fuente: Elaboración propia.

2.7.1.9. Análisis de las estimaciones y comparación del resultado entre método de nivel o sectorial y de referencia

Se ha realizado un análisis comparativo entre las estimaciones de las emisiones de CO_2 del método de nivel y de referencia. Es importante indicar que ambos métodos suelen tener diferentes resultados, ya que el método de referencia utiliza los datos de provisión de energía de un país y no tiene información detallada acerca del modo como se utilizan los combustibles individuales en cada sector.

En la Tabla 31, se presentan las estimaciones de energía y emisiones de CO_2 y el porcentaje de diferencias entre estos métodos, para cada uno de los años del período analizado.

Tabla 31. Comparación de los resultados método de nivel y de referencia

Año	Método de referencia		Método de nivel		Diferencia	
	Consumo de energía (TJ)	Emisiones CO_2 (Gg)	Consumo de energía (TJ)	Emisiones CO_2 (Gg)	Consumo de energía	Emisiones CO_2
2000	48,148.20	3,525.83	48,453.84	3,591.15	0.63%	1.85%
2001	54,884.76	4,018.89	50,727.27	3,757.43	7.57%	6.51%
2002	49,638.70	3,657.39	51,309.23	3,818.93	3.37%	4.42%
2003	57,493.14	4,276.07	51,719.54	3,860.56	10.04%	9.72%
2004	52,535.97	3,883.82	53,875.74	4,017.56	2.55%	3.44%
2005	56,685.09	4,199.21	52,029.36	3,875.85	8.21%	7.70%
2006	59,523.74	4,442.04	55,311.81	4,121.21	7.08%	7.22%
2007	62,492.18	4,622.55	57,518.26	4,274.13	7.96%	7.54%
2008	52,904.40	3,906.95	55,022.93	4,096.55	4.00%	4.85%
2009	60,469.95	4,416.74	56,191.04	4,166.15	7.08%	5.67%
2010	51,221.31	3,759.36	56,312.46	4,174.91	9.94%	11.05%
2011	66,507.32	4,910.10	59,251.59	4,393.66	10.91%	10.52%

Año	Método de referencia		Método de nivel		Diferencia	
	Consumo de energía (TJ)	Emisiones CO_2 (Gg)	Consumo de energía (TJ)	Emisiones CO_2 (Gg)	Consumo de energía	Emisiones CO_2
2012	59,921.48	4,401.38	58,778.49	4,345.26	1.91%	1.28%
2013	60,214.56	4,447.54	56,860.93	4,182.58	5.57%	5.96%
2014	58,937.58	4,274.91	59,858.68	4,402.63	1.56%	2.99%
2015	74,169.09	5,480.43	66,117.95	4,842.62	10.86%	11.64%

Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla 31, el porcentaje de diferencia en el consumo de energía y emisiones de CO_2 en términos absolutos, varió entre 0.63% y 10.91%. Los años con mayor porcentaje de diferencia en el consumo y emisiones de CO_2 corresponden al 2003, 2011 y 2015.

2.7.1.10. Incertidumbre y coherencia temporal

La metodología del IPCC indica que es esencial realizar una evaluación de la incertidumbre de los inventarios nacionales.

La estimación de la incertidumbre se calculó a partir de las Directrices del IPCC, siguiendo el siguiente proceso: primero, se determina la incertidumbre de los datos de actividad y del factor de emisión para cada categoría; segundo, se calculan las incertidumbres combinadas de los valores definidos en el primer paso, para estimar las incertidumbres del inventario de cada año y del período.

Para el caso del sector Energía, esta evaluación fue realizada tomando como base el porcentaje de incertidumbre de los datos de la actividad del sector, que según lo estipulado en los informes del BEN es del ±5%. Debido a que Nicaragua no cuenta con FE propios, se han utilizado los propuestos por defecto por el IPCC.

En términos generales, las variables, los datos y los FE utilizados, tienen un alto grado de coherencia temporal ya que provienen del BEN, publicado por el MEM anualmente y por las Directrices IPCC respectivamente.

La incertidumbre del sector Energía alcanzó el ±7.3% dominada principalmente por la incertidumbre de los FE por defecto; la incertidumbre de la tendencia del sector es de ±6.3%.

Cabe destacar que la serie temporal cubre el período seleccionado como inicio del cálculo, en el año 2000, en vez de 1990, esto se debe a que en los años previos al 2000 los datos de actividad no están disponibles y/o no se cuenta con la debida validación para asegurar la calidad de los mismos.

2.7.1.11. Control de calidad y verificación

El control de calidad y verificación de los datos utilizados se realizó en conjunto con el MEM; lo cual contribuyó en asegurar la fiabilidad y disminuir el margen de error provocado por el levantamiento y tratamiento de los datos, lo cual ocurre en el proceso de homologación de categorías y unidades de medidas utilizadas para realizar las conversiones y cálculos requeridos para este sector.

2.7.1.12. Realización de nuevos cálculos

El tercer INGEI de Nicaragua (año de referencia 2010) se realizó para una serie temporal incompleta, debido a que los datos disponibles en el momento de la preparación eran para los años 2000, 2005 y 2010.

Por tal razón, se realizó una revisión de las categorías y subcategorías identificadas en el tercer INGEI en función de validar y/o corregir los datos seleccionados y la homologación realizada con el BEN. De esta forma, se contribuye en verificar la precisión y exactitud del INGEI del sector energía. Este proceso generó una revisión y recálculo de las emisiones de las siguientes subcategorías 1.A.1.b, 1.A.3.b y 1.B.3.

Dichos recálculos se producen por los siguientes motivos:

- En el tercer INGEI, las emisiones de gas de refinería se asumieron dentro de la subcategoría Otras emisiones provenientes de la producción de energía, esto se ha corregido y este dato se incluyó en la subcategoría Refinación de petróleo según lo estipulado en las Directrices del IPCC 2006 (IPCC, 2006).
- En el tercer INGEI se han mejorado los datos de la actividad de transporte terrestre, debido a que se realizó un sondeo permitiendo especificar el consumo de combustible por tipo de vehículo.

La Tabla 32 compara los resultados del tercer y cuarto INGEI para el sector Energía. Se observa que para el año 2000 y 2005 las emisiones del cuarto INGEI son menores, 1.71% y 1.67% respectivamente, y para el año 2010 aumentan en 1.84%.

Tabla 32. Comparación resultados del tercer y cuarto INGEI del sector Energía

Inventario	Emisiones (Gg CO_2-eq)		
	2000	2005	2010
Tercero	4,092.74	4,317.59	4,487.96
Cuarto	4,022.58	4,245.57	4,570.75
Diferencia	**-70.16**	**-72.02**	**82.79**
Diferencia en %	**1.71**	**1.67**	**1.84**

Fuente: Elaboración propia.

En relación con los gases NO_x, CO, COVDM y SO_2, la diferencia en las emisiones es considerable (Tabla 33), esto se debe a que en el tercer INGEI se utilizaron los mismos factores de emisión para todas las actividades de quema de combustible y para el presente INGEI se utilizaron factores de emisión específicos para cada actividad.

Tabla 33. Comparación resultados del tercer y cuarto INGEI para NO_X, CO, COVDM y SO_2

Año	Inventario	Emisiones (Gg)			
		NO_X	CO	COVDM	SO_2
2000	Tercero	40.13	199.95	3.05	64.26
	Cuarto	24.20	334.90	40.20	15.40
	Diferencia	**-15.93**	**134.95**	**37.15**	**-48.86**
	Diferencia en %	**-39.70%**	**67.49%**	**1,218.03%**	**-76.03%**
2005	Tercero	17.33	281.43	3.77	66.3
	Cuarto	26.80	393.50	49.20	17.90
	Diferencia	**9.47**	**112.07**	**45.43**	**-48.4**
	Diferencia en %	**54.65%**	**39.82%**	**1,205.04%**	**-73.00%**
2010	Tercero	16.73	223.07	3.06	65.5
	Cuarto	27.10	312.30	39.80	15.20
	Diferencia	**10.37**	**89.23**	**36.74**	**-50.3**
	Diferencia en %	**61.98%**	**40.00%**	**1,200.65%**	**-76.79%**

Fuente: Elaboración propia.

2.7.1.13. Planes de mejora del sector Energía

Considerando los resultados del proceso de revisión y análisis realizado por expertos internacionales mediante los revisores de pares, a continuación, se presentan las acciones de mejora que serán desarrolladas en el sector:

1. Elaborar un formato de recolección de DA consensuado, validado y aprobado por los equipos técnicos, el cual será compartido con el MEM.
2. En la subcategoría Refinería del petróleo de Industrias de la energía, se deberá realizar una caracterización de la refinería nacional con el propósito de conocer los parámetros específicos, en los cuales funciona actualmente y poder implementar un Nivel 2, tanto en datos de actividad, como en factores de emisión.
3. Realizar un diagnóstico de las diferentes plantas termoeléctricas, con el propósito de conocer los parámetros específicos en los cuales funcionan actualmente y poder implementar un Nivel 2. También se deberá considerar un análisis de la pérdida de energía en su distribución y de esta forma contabilizarlo.
4. Mejorar la captura de datos de la subcategoría Transporte, desglosando los tipos, años y características generales de la flota vehicular, naviera y aérea del país.
5. Recopilar los datos disponibles de las mediciones obligatorias de gases automovilísticos para que sean incluidos en el reporte del inventario.
6. Mejorar el análisis de incertidumbre de los DA de este sector partiendo desde las incertidumbres del BEN de Nicaragua.
7. Desarrollar investigaciones para la estimación de factores de emisión de Nivel 2 y 3 para el país en todas las categorías del sector.
8. Proponer el desarrollo de un factor de emisión para consumo de energía eléctrica de Nicaragua, tomando en cuenta la ampliación de la matriz energética con energía renovable que existe en el país.

2.7.2. Sector Procesos Industriales y Uso de los Productos (IPPU)

2.7.2.1. Resumen del sector

Las emisiones del sector IPPU son generadas principalmente por la producción de cemento, las cuales representan el 89.75% del sector. La tendencia de las emisiones de CO_2 en el año 2005 experimentó un incremento de 53.21% respecto al año 2000. En el año 2015, se observa una disminución del 37.03% respecto al año 2005. En la Figura 53 y en la Tabla 34, se observa el comportamiento de las emisiones de este sector.

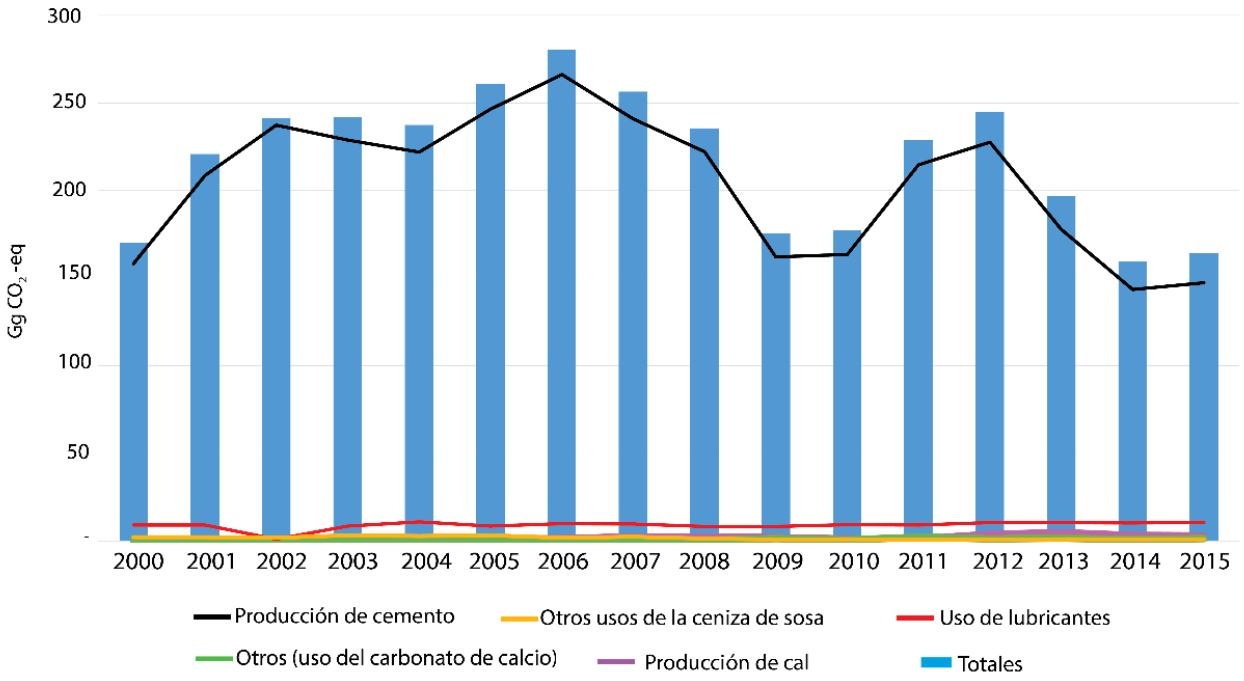


Figura 53. Emisiones del sector IPPU (Gg CO_2-eq)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34. Emisiones del sector IPPU (Gg CO_2-eq)

Categorías		Años / Gg de CO_2-eq							
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
2	**Procesos Industriales y Uso de Productos**	**170.22**	**220.88**	**241.23**	**242.12**	**237.38**	**260.79**	**280.42**	**256.49**
2A	Industria de los minerales	159.01	209.67	238.53	230.46	223.80	249.05	268.71	244.49
2D	Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	11.21	11.21	2.70	11.66	13.58	11.74	11.71	12.00

Categorías		Años / Gg de CO_2-eq							
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
2	**Procesos Industriales y Uso de Productos**	**235.24**	**175.25**	**177.21**	**228.70**	**244.72**	**196.68**	**159.72**	**164.23**
2A	Industria de los minerales	225.59	166.20	166.93	219.02	233.55	185.20	148.46	152.62
2D	Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	9.65	9.05	10.28	9.68	11.17	11.48	11.26	11.61

Fuente: Elaboración propia.

2.7.2.2. Panorámica del sector

Nicaragua no es un país industrializado, sin embargo, el valor agregado que genera la industria manufacturera ha representado en los últimos 17 años un 14.4% respecto al PIB total, teniendo la participación más alta entre todos los sectores del país. Si bien los valores del PIB industrial han crecido año a año (excepto en el año 2009 que decreció 5.5%), el porcentaje de crecimiento ha sido variable, oscilando entre 1% a 10% con el valor más alto en los años 2004, 2011 y 2012 (BCN, 2016).

Las actividades productivas industriales más importantes en Nicaragua, relativas a las emisiones de GEI son: la producción de cemento, cal, azúcar de caña, bebidas alcohólicas, embutidos y pan. Sin embargo, también se utilizan productos que son fuente de emisión en los procesos industriales como los carbonatos, productos no energéticos y productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono.

Un porcentaje importante de las actividades industriales del país y que generan emisiones, son el uso de productos y no a la producción en sí misma. Por ejemplo, el uso de clinker, que es utilizado en la elaboración de cemento.

2.7.2.3. Análisis de categoría/fuente de emisión

En el caso de las Industrias manufactureras, las Directrices del IPCC 2006 brindan una lista de categorías industriales basadas en la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU). Las categorías que aplican en Nicaragua son:

1. Industria de los minerales.
2. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente.
3. Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono.
4. Otros.

Los gases incluidos en cada categoría corresponden a CO_2 y COVDM. Las Directrices del IPCC 2006 remiten a la guía de EMEP-CORINAIR, la cual mantiene los mismos gases para las categorías incluidas en el sector IPPU.

En la Industria de los minerales, CH_4 y el N_2O, podrían ser emitidos, sin embargo, las Directrices del IPCC 2006 considera estas emisiones como insignificantes, dados los conocimientos científicos actuales. De igual manera, en el caso de Lubricantes y parafina, las Directrices del IPCC 2006 considera que las emisiones de CH_4 y N_2O son muy pequeñas en comparación con las de CO_2 por lo que pueden ignorarse en los cálculos del INGEI (IPCC, 2006).

Nuevas categorías fueron agregadas en este inventario debido a un incremento en la capacidad de compilación. Se identificaron más actividades productivas y/o de consumo de productos. Es así como este inventario incluye las siguientes subcategorías, no incluidas en inventarios anteriores:

1. Otros usos de carbonatos en los procesos.
2. Uso de lubricantes.
3. Uso de la cera de parafina.
4. Producción de embutidos en sustitución de la producción de carne: la sustitución se justifica debido a que Nicaragua produce carne fresca, que luego es refrigerada sin pasar por un proceso de cocción, como ocurre con los embutidos.

Las categorías de emisiones en el sector IPPU corresponden a las emisiones generadas en la producción y el consumo de los productos en procesos. No incluyen los combustibles quemados utilizados en la producción de calor (directo o indirecto), generación de energía eléctrica, transporte de cualquier tipo o sustancia u otros que se clasifican en el sector Energía, aún cuando estos combustibles se utilicen en la planta industrial.

En el caso de la categoría Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono, las Directrices IPCC 2006 incluyen factores de emisión por tipo de refrigerante (IPCC, 2006).

Nicaragua dispone de las estadísticas de importaciones de refrigerantes para las diferentes subcategorías, sin embargo, salvo pocos casos, estas estadísticas no presentan el tipo de refrigerante. De igual manera, hace falta determinar las cantidades eliminadas.

La Tabla 35 presenta las categorías y subcategorías que fueron consideradas en el inventario de este sector.

Tabla 35. Categorías sector IPPU aplicables en Nicaragua y gases incluidos

Categorías	Clave	Definición	Explicación	Gases	
				CO_2	COVDM
2A. Industria de los Minerales					
2A1. Producción de cemento	IN	Incluida	Datos publicados	✓	
2A2. Producción de cal	IN	Incluida	Datos publicados	✓	
2A4. Otros usos de carbonatos en los procesos					
2A4a. Cerámicas (producción de ladrillos y tejas de barro)	NE	No estimada.	No hay datos publicados	✓	
2A4b. Otros usos de la ceniza de sosa	IN	Incluida	Datos publicados	✓	
2A4d. Otros (uso carbonato de calcio)	IN	Incluida	Datos publicados	✓	
2D. Uso de Productos no Energéticos de combustibles y de solvente					
2D1. Uso de lubricantes	IN	Incluida	Se obtuvo información	✓	
2D2. Uso de la cera de parafina	IN	Incluida	Se obtuvo información	✓	
2D3. Uso de solventes	NE	No estimada	Se obtuvo información sin especificación de tipo de refrigerante		✓
2D4. Otros (uso de asfalto)	IN	Incluida	Datos publicados		✓
2F. Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono.					
2F1. Refrigeración y aire acondicionado	NE	No estimada	Se obtuvo información sin especificación de tipo de refrigerante.		✓
2F2. Agentes espumantes	NE	No estimada			✓
2F3. Protección contra incendios	NE	No estimada			✓
2F4. Aerosoles	NE	No estimada			✓
2F5. Solventes	NE	No estimada			✓
2H. Otros					
2H2. Industria de la alimentación y las bebidas					
Producción de ron	IN	Incluida	Datos publicados		✓
Producción de cerveza	IN	Incluida	Datos publicados		✓
Producción de embutidos	IN	Incluida	Datos publicados		✓
Producción de azúcar de caña	IN	Incluida	Datos publicados		✓
Producción de alimentos para animales	NE	No estimada	Datos publicados incompletos		✓
Producción de margarina	NE	No estimada	No hay datos publicados		✓
Tostado de café	NE	No estimada	No hay datos publicados		✓
Producción de galletas	NE	No estimada	Datos publicados incompletos		✓
Producción de pan	NE	No estimada	No hay datos publicados		✓

Fuente: Elaboración propia en base a Directrices IPCC, 2006.

2.7.2.4. Descripción del método a ser utilizado

Para todas las categorías aplicables a Nicaragua, el método de estimación utilizado fue el de Nivel 1. La selección del método toma en cuenta los árboles de decisión y, por ende, la disponibilidad de datos de la actividad y de los factores de emisión.

El método de Nivel 1 establece los pasos necesarios para los métodos de cálculo más simples o los métodos que requieren la menor cantidad de datos. En algunas categorías de IPPU, Nicaragua no tiene suficientes datos de actividad, como es el caso del uso de refrigerantes y solventes, además, no dispone de factores de emisión propios.

La metodología utilizada por categoría es la siguiente:

Industria de los minerales (2A)

Producción de cemento (2A1)

La producción de cemento ocasiona emisiones de GEI debido a la producción de clinker al calcinar la piedra caliza, principal insumo que contiene carbonato de calcio y dióxido de carbono.

En Nicaragua operan dos industrias cementeras, Holcim que no produce clinker localmente e importa todas sus insumos y Cemex, que produce clinker en el país y también realiza importaciones. El tipo de cemento que se produce en el país es el Portland.

El árbol de decisión[9] aplicado en la selección del método para calcular las emisiones de CO_2 debidas a la producción de cemento, se expresa a continuación:

- En Nicaragua se produce clinker.
- No hay datos detallados sobre entrada de carbonatos para producción de clinker.
- No hay datos publicados sobre producción de clinker.
- No se trata de una categoría principal respecto al total de emisiones del país.

Producción de cal (2A2)

La cal se produce en Nicaragua a nivel industrial y artesanal; al igual que en la producción de cemento, la piedra caliza es el insumo principal que, al calcinarse para obtener la cal, emite CO_2.

El árbol de decisión[10] para la selección del método a aplicar para calcular las emisiones de CO_2 debidas a la producción de cal, se expresa a continuación:

[9] Directrices IPCC, 2006. Volumen 3, capítulo 2, Figura 2.1.
[10] Directrices IPCC, 2006. Volumen 3, capitulo 2, Figura 2,2.

- No hay datos detallados sobre entrada de carbonatos para producción de cal.
- Hay datos publicados sobre producción de cal.
- No se trata de una categoría principal respecto al total de emisiones del país.

Otros usos de carbonatos en los procesos (2A4)

- **Otros usos de la ceniza de sosa (2A4b)**
- **Otros usos de carbonatos: carbonato de calcio (2A4d)**

El carbonato de sodio y el carbonato de calcio se utilizan en la industria y en el sector comercio y servicios de Nicaragua. La ceniza de sosa o carbonato de sodio se utiliza en la producción de jabón para lavar ropa, en el control de la contaminación ambiental, en la industria de la minería metálica, en la maquila de luminarias y otros.

El árbol de decisión[11] para la selección del método a aplicar para calcular las emisiones de CO_2 debidas a Otros usos de carbonatos, se expresa a continuación:

- No hay datos detallados sobre entrada de carbonatos.
- No hay datos disponibles de consumo de piedra caliza y dolomita.
- No se trata de una categoría principal respecto al total de emisiones del país.

Por ende, se utiliza el Nivel 1 debido a la falta de datos detallados requeridos por los otros niveles

Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente (2D)

Uso de lubricantes (2D1)

Los lubricantes son utilizados en la industria y en el transporte e incluye los rubros aceites y grasas. Las cantidades utilizadas en este inventario corresponden a un uso primario.

El árbol de decisión[12] para la selección del método a aplicar, para calcular las emisiones de CO_2 debidas al uso de lubricantes, se expresa a continuación:

- Se tienen datos de los usos de lubricantes.
- No se tienen datos sobre el destino y composición de los lubricantes.
- No es una categoría principal respecto al total de emisiones del país.

[11] Directrices IPCC, 2006. Volumen 3, capitulo 2, Figura 2,3.
[12] Directrices IPCC, 2006. Volumen 3, capítulo 2, Figura 2.2.

Uso de la cera de parafina (2D2)

La industria de fabricación de velas en Nicaragua utiliza la cera de parafina que se quema durante el uso de la vela. Es el único uso considerado en este inventario.

El árbol de decisión[13] para la escogencia del método a aplicar, para calcular las emisiones de CO_2 debidas al uso de lubricantes. Siguiendo el árbol, se expresa a continuación:

- Se tienen datos del uso de la cera de parafina.
- Se tienen datos sobre el destino de la cera de parafina.
- No es una categoría principal respecto al total de emisiones del país.

- **Uso de asfalto (2D4)**

Las cantidades de asfalto consideradas se refieren a las consumidas para pavimentación de rutas. No se considera uso de asfalto para impermeabilización de techos.

El método aplicado para calcular las emisiones de COVDM debidas al uso de asfalto para pavimentación de rutas, es el indicado en el EMEP-CORINAIR *Emission Inventory Guidebook* (European Environment Agency, 2007).

Otros (2H)

Industria de la alimentación y las bebidas (2H2)

Esta categoría incluye las siguientes actividades:

- Producción de carne de origen animal.
- Producción de azúcar de caña.
- Producción de margarina y grasas alimenticias.
- Producción de pan, cereales y galletas.
- Producción de alimentos procesados para animales.
- Producción de café tostado.

El método aplicado para calcular las emisiones de COVDM en la industria de la alimentación y las bebidas es el indicado en el EMEP-CORINAIR *Emission Inventory Guidebook* (European Environment Agency, 2007).

Las actividades incluidas son la producción de embutidos, azúcar de caña, bebidas alcohólicas (ron y cervezas). Nicaragua produce margarina y grasas, galletas, alimentos procesados para animales y café tostado, sin embargo, o no se cuenta con la información

[13] Directrices IPCC, 2006. Volumen 3, capítulo 5, Figura 5.3.

de la producción de estos rubros o está incompleta, razones por las que no fue posible incluirlas en el inventario.

La metodología empleada para estimar las emisiones vinculadas con los procesos de producción de clinker, cal, ron y cervezas, embutidos y azúcar, así como el consumo de carbonatos se basa en la ecuación simple de multiplicación de los datos de la actividad (por ej., la cantidad de material producido o consumido) por el correspondiente factor de emisión por unidad de consumo/producción, de acuerdo con la (Ecuación 4:

$$Total_{ij} = A_j \times FE_{ij}$$

(Ecuación 4)

Donde:

Totalij = Emisión de procesos (en toneladas) de gas i del sector industrial j.
Aj = La cantidad de actividad o producción de material de procesos en el sector industrial j (toneladas/años).
FEij = El factor de emisión asociado con el gas i por unidad de actividad en el sector industrial j (tonelada/tonelada).

En el caso del consumo de lubricantes y cera de parafina, las cantidades consumidas se multiplican por el factor de emisión, que a su vez, es el producto del contenido de carbono, el factor ODU[14] y el cociente de masa de CO_2 /C.

Para el asfalto, se utilizan las cantidades consumidas multiplicadas por el porcentaje de COVDM por peso de asfalto.

2.7.2.5. Datos de actividad

La producción de cemento se desarrolla en dos plantas existentes en el país. Aunque una de ellas no produce clinker, no se tienen los datos de producción por cada una de las plantas, por ello, se hace uso de las importaciones de clinker para obtener el volumen de producción neto. La producción de cemento creció 30.54% durante el período 2000-2015.

El clinker, que es el principal producto generador de emisiones en la producción de cemento, tuvo incrementos constantes durante el período 2000-2013. Nicaragua experimentó un auge en el sector construcción hasta 2015 (BCN, 2016), lo que podría justificar el crecimiento en la importación de clinker en ese año.

Los gases emitidos durante el proceso de elaboración de cemento debido a la producción de clinker se deben principalmente a la calcinación de la piedra caliza. No se incluye la

[14] Factor ODU =oxidado durante el uso, basado en la composición por defecto de aceites y grasas.

combustión de productos energéticos como los derivados del petróleo, ya que están incluidos como emisiones en el sector Energía. Por lo tanto, el único gas considerado en la producción de cemento es el CO_2 (European Environment Agency, 2007).

Los datos del volumen de producción y consumo de clinker, cal, carbonato de sodio y carbonato de calcio durante el período 2000-2015 se presentan en la Tabla 36.

Tabla 36. Volumen de producción e importaciones de cemento y clinker (2000-2015)

Año	Tipo de cemento producido	Producción de cemento (Ton)	Fracción de clinker en cemento (%)	Clinker (Ton)	Importaciones de clinker (Ton)	Total, producción de clinker (Ton)
2000	Portland	566,872.07	95%	538,528.46	234,300.67	304,227.79
2001	Portland	586,908.33	95%	557,562.91	156,394.00	401,168.91
2002	Portland	541,595.55	95%	514,515.77	58,157.00	456,358.77
2003	Portland	568,721.57	95%	540,285.49	100,361.00	439,924.49
2004	Portland	653,490.36	95%	620,815.85	194,000.00	426,815.85
2005	Portland	665,203.87	95%	631,943.68	158,119.00	473,824.68
2006	Portland	672,601.88	95%	638,971.78	127,042.00	511,929.78
2007	Portland	678,150.38	95%	644,242.86	180,773.00	463,469.86
2008	Portland	675,376.13	95%	641,607.32	214,394.00	427,213.32
2009	Portland	613,726.09	95%	583,039.79	271,387.00	311,652.79
2010	Portland	600,000.00	95%	570,000.00	255,545.00	314,455.00
2011	Portland	700,000.00	95%	665,000.00	252,107.40	412,892.60
2012	Portland	730,000.00	95%	693,500.00	255,760.10	437,739.90
2013	Portland	650,000.00	95%	617,500.00	275,430.40	342,069.60
2014	Portland	640,000.00	95%	608,000.00	332,025.30	275,974.70
2015	Portland	740,000.00	95%	703,000.00	419,696.33	283,303.67

Fuente: Elaboración propia sobre las bases de los anuarios estadísticos del BCN e INIDE 2015.

La producción de cal tuvo incrementos importantes a partir del año 2012 hasta 2015 (Tabla 37). La cal es utilizada en la producción de azúcar de caña y en otros procesos que no se incluyen en este INGEI, como la producción de bebidas gaseosas, los cultivos agrícolas y cultivo de crustáceos.

Los gases emitidos durante el proceso de producción de cal, al igual que en la de clinker, se deben principalmente a la calcinación de la piedra caliza y a la producción de cal viva.

No se incluye la combustión de productos energéticos como los derivados del petróleo, ya que están incluidos en las emisiones en el sector Energía. De aquí que el único gas considerado en la producción de cal es el CO_2 (European Environment Agency, 2007).

Tabla 37. Volumen de producción de cal viva (2000-2015)

Año	Producción de cal viva (Ton)	Año	Producción de cal viva (Ton)
2000	173.00	**2008**	3,640.00
2001	490.00	**2009**	3,127.00
2002	1,075.00	**2010**	2,065.00
2003	1,412.00	**2011**	2,140.00
2004	1,532.00	**2012**	5,642.00
2005	2,180.00	**2013**	6,832.00
2006	2,350.00	**2014**	4,679.00
2007	3,660.00	**2015**	4,380.00

Fuente: Elaboración propia sobre las bases de los anuarios estadísticos del BCN e INIDE, 2015.

La ceniza de sosa tiene diferentes usos en Nicaragua y uno de los más importantes es la producción de jabón fortificado para ropa. El comportamiento en el consumo de ceniza de sosa podría explicarse por la estabilidad en la producción de jabón en el país que representa un consumo básico de la población.

Los consumos de carbonatos (carbonato de sodio y carbonato de calcio) se presentan en la Tabla 38. La producción para los años 2000 y 2001 fue estimada tomando en cuenta el comportamiento de esta en el período 2002 a 2003.

Tabla 38. Consumo de carbonatos (2000-2015)

Año	Ceniza de sosa (Ton)	Año	Ceniza de sosa (Ton)
2000	1,376.70	**2008**	1,113.00
2001	1,376.70	**2009**	1,046.00
2002	689.90	**2010**	2,911.50
2003	1,237.60	**2011**	1,176.30
2004	1,053.30	**2012**	1,341.00
2005	1,672.00	**2013**	1,442.80
2006	1,368.40	**2014**	1,486.80
2007	1,298.50	**2015**	1,634.40

Año	Carbonato de calcio (Ton)	Año	Carbonato de calcio (Ton)
2000	251.00	**2008**	565.50
2001	264.20	**2009**	3,093.90
2002	278.10	**2010**	1,474.10
2003	292.30	**2011**	5,057.00
2004	618.60	**2012**	2,583.30
2005	750.40	**2013**	3,648.30
2006	405.40	**2014**	1,884.40
2007	460.80	**2015**	3,029.70

Fuente: Elaboración propia sobre las bases de los anuarios estadísticos del BCN.

En la Tabla 39, se encuentran los datos de los consumos de lubricantes, cera de parafina (BCN, 2002 al 2015) y el consumo de asfalto durante el período 2000-2015 (BEN, 2000 al 2015). La información del consumo de lubricantes y cera de parafina en 2000 y 2001 fue estimada por no haber obtenido los datos de importaciones de esos productos.

Los lubricantes son utilizados principalmente en el parque automotor y maquinaria industrial. El parque automotor ha crecido considerablemente, al igual que la maquinaria industrial. Sin embargo, no parece que este incremento tenga una relación directa con el aumento del equipamiento que los consume. Podría ocurrir que las importaciones realizadas no reflejen la totalidad del consumo.

En el caso de la cera de parafina, el consumo más importante ocurre en la fabricación de velas. En la Tabla 39, se observa que el consumo de cera de parafina ha disminuido de manera importante a partir del año 2009, lo que podría explicarse por mayores importaciones de velas.

Tabla 39. Consumo de lubricantes y cera de parafina (2000-2015)

Año	Cantidad de lubricante (Tj)	Año	Cantidad de lubricante (Tj)
2000	622.97	**2008**	562.83
2001	622.97	**2009**	559.28
2002	69.49	**2010**	635.83
2003	580.35	**2011**	614.86
2004	734.57	**2012**	709.03
2005	581.07	**2013**	715.85
2006	675.30	**2014**	703.52
2007	654.50	**2015**	724.48

Año	Cera de parafina (Tj)	Año	Cera de parafina (Tj)
2000	141.24	**2008**	95.06
2001	141.24	**2009**	58.01
2002	114.86	**2010**	65.12
2003	214.46	**2011**	45.36
2004	191.15	**2012**	52.24
2005	219.44	**2013**	67.11
2006	123.21	**2014**	64.18
2007	163.50	**2015**	66.57

Fuente: Elaboración propia sobre las bases del BEN del 2000 al 2015 y estadísticas de BCN del 2000 al 2015.

La Tabla 40, muestra el consumo de asfalto que se utiliza para pavimentación de rutas. El consumo promedio de asfalto disminuyó durante el período 2011-2015 en relación con el del 2000-2010. Este producto mantiene una relación importante con los tipos de pavimentos que se utilizan en el país.

Nicaragua ha incrementado el uso de concreto hidráulico en la pavimentación de las rutas más importantes. El Plan para la Infraestructura Vial de Nicaragua establece como prioridades el incremento de la red vial en 640.7 kilómetros (MTI, 2015). El 46% de este incremento sería construido en concreto, el 38% en adoquín y solamente el 16% en asfalto. Al año 2015, el 60% de las rutas pavimentadas correspondían a asfalto, el 35% a adoquines y el 5% a concreto.

Tabla 40. Consumo de asfalto (2000-2015)

Año	Asfalto (ton)	Año	Asfalto (ton)
2000	27.06	**2008**	26.56
2001	26.96	**2009**	16.47
2002	20.91	**2010**	19.10
2003	38.62	**2011**	27.18
2004	32.31	**2012**	20.61
2005	44.35	**2013**	16.57
2006	18.69	**2014**	15.92
2007	28.20	**2015**	27.53

Fuente: Elaboración propia sobre las bases del BEN del 2000 al 2015 y estadísticas de BCN del 2000 al 2015.

La Tabla 41, muestra el volumen de producción de bebidas alcohólicas (ron y cervezas) durante el período 2000-2015, el consumo de ron se ha mantenido en un promedio de 256,958 hl y para cerveza un promedio de 7,783,701 hl al año.

Tabla 41. Volumen de producción de bebidas alcohólicas (ron y cervezas) período 2000-2015

Año	Ron (hl)	Cervezas (hl)	Año	Ron (hl)	Cervezas (hl)
2000	178,004	575,381	**2008**	265,130	10,217,634
2001	187,323	619,142	**2009**	245,335	9,454,766
2002	177,156	639,360	**2010**	254,687	9,815,176
2003	198,247	694,086	**2011**	287,731	11,088,626
2004	206,810	725,276	**2012**	362,392	13,965,902
2005	223,358	7,966,944	**2013**	331,062	12,758,528
2006	257,493	9,923,299	**2014**	319,528	12,314,021
2007	259,052	9,983,368	**2015**	358,027	13,797,711

Fuente: Elaboración propia sobre las bases de las estadísticas de BCN del 2000 al 2015 e INIDE para el mismo período.

La carne de origen animal (res, cerdo y pollo) representa consumos importantes en Nicaragua. Junto con el azúcar y el pan, forman parte de la canasta básica del país. Nicaragua produce carne fresca, por lo que las emisiones son consideradas despreciables, al igual que en el proceso de pasteurización de la leche y producción de quesos, actividades que también se desarrollan en Nicaragua (BCN, 2011; 2013; 2016). Los volúmenes de producción de carnes y azúcar se presentan en la Tabla 42; no existen datos publicados de producción de pan.

Tabla 42. Volumen de producción de azúcar y embutidos (2000-2015)

Año	Carnes (ton)	Azúcar (ton)	Año	Carnes (ton)	Azúcar (ton)
2000	104,382	414,198	**2008**	178,645	489,190
2001	114,609	349,311	**2009**	184,982	506,801
2002	1,237,293	333,753	**2010**	207,112	527,673
2003	1,268,403	340,784	**2011**	261,551	514,628
2004	141,358	462,310	**2012**	259,471	620,510
2005	146,256	463,535	**2013**	248,736	689,649
2006	146,256	417,225	**2014**	250,116	723,566
2007	162,752	512,019	**2015**	259,670	606,161

Fuente: Elaboración propia sobre las bases de las estadísticas de BCN del 2000 al 2015.

2.7.2.6. Factores de emisión

Nicaragua no cuenta con factores de emisión propios, por tal razón se han utilizado FE de las Directrices del IPCC 2006 para cada tipo de categoría fuente y sus incertidumbres asociadas (Tabla 43).

En el caso de lubricantes y cera de parafina, se utiliza el factor ODU promedio ponderado y el contenido de carbono indicado en las Directrices del IPCC 2006.

Tabla 43. Factores de emisión utilizados por categoría/subcategoría/gas

Categorías	Nivel de cálculos	Gas	Factor de emisión	Unidad de medida	Incertidumbre (%)	Fuente
2A. Industria de los minerales						Directrices del IPCC 2006
2A1. Producción de cemento	1	CO_2	0.52	ton CO_2/ton clinker	4.50	
2A2. Producción de cal		CO_2	0.75	Ton CO_2/ton cal	2.00	
2A4. Otros usos de carbonatos en los procesos					1.00	
2A4b. Otros usos de la ceniza de sosa		CO_2	0.41	ton CO_2/ton sosa		
2A4d. Otros (uso carbonato de calcio)		CO_2	0.44	Ton CO_2/ton carbonato		
2D. Uso de Productos no Energéticos de combustibles y de solvente						
2D1. Uso de lubricantes	1	COVDM	14,666.67	kg C/TJ	50.09	
2D2. Uso de la cera de parafina		COVDM			100.12	
2D4. Otros (uso de asfalto)		COVDM	0.32	% por peso	100.00	

Categorías	Nivel de cálculos	Gas	Factor de emisión	Unidad de medida	Incertidumbre (%)	Fuente
2H. Otros						
2H2. Industria de la alimentación y las bebidas	1	COVDM			2.50	
Producción de ron		COVDM	15.00	Kg/hl		
Producción de cerveza		COVDM	0.035	Kg/hl		
Producción de embutidos		COVDM	0.30	Kg/ton		
Producción de azúcar de caña		COVDM	10.00	Kg/ton		

Fuente: Elaboración propia sobre las bases de las Directrices IPCC 2006.

2.7.2.7. Resultado de la estimación de emisiones

Las emisiones corresponden a las generadas en los procesos y no a las relacionadas con generación o consumo de energía, tal como lo indican las Directrices el IPCC 2006.

Como se observa en la Tabla 44, el principal GEI emitido en este sector es el CO_2 la subcategoría que emite el 89.75% de las emisiones en el año 2015 es la Producción de cemento.

Tabla 44. Emisiones del sector IPPU 2015

Categorías	CO_2 (Gg)	CH_4 (Gg)	N_2O (Gg)	Otros gases halogenados con factores de conversión de equivalente de CO_2 (1)	Otros gases halogenados sin factores de conversión de equivalente de CO_2 (2)	NO_X (Gg)	CO (Gg)	COVDM (Gg)	SO_2 (Gg)
2. Procesos Industriales y Uso de Productos	**164.23**							**20.80**	
2A. Industria de los minerales	**152.62**								
2A1. Producción de cemento	147.32								
2A2.Producción de cal	3.29								
2A4.Otros usos de carbonatos en los procesos	2.01								
2A4b.Otros usos de la ceniza de sosa	0.68								
2A4d.Otros (uso del carbonato de calcio)	1.33								
2D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	**11.61**							**8.81**	
2D1. Uso de lubricantes	10.63								
2D2. Uso de la cera de parafina	0.98								
2D4. Otros (asfalto para pavimentación de rutas)								8.81	

Categorías	CO_2 (Gg)	CH_4 (Gg)	N_2O (Gg)	Otros gases halogenados con factores de conversión de equivalente de CO_2 (1)	Otros gases halogenados sin factores de conversión de equivalente de CO_2 (2)	NO_X (Gg)	CO (Gg)	COVDM (Gg)	SO_2 (Gg)
2H. Otros								**11.99**	
2H2. Industria de la alimentación y las bebidas								11.99	

Fuente: Elaboración propia sobre la base de las Directrices IPCC 2006.

En la Industria de los minerales, el cemento representa la mayor parte de las emisiones de CO_2 del período 2000-2015 y en cada año del mismo, con un promedio de 98.26% del total. La producción de cemento define el perfil de la tendencia de este gas, el comportamiento de la tendencia se explica en la producción de clinker.

A partir del año 2007, las emisiones disminuyeron producto de un incremento en las importaciones de clinker, con excepción de lo ocurrido en 2011 y 2012, cuando se incrementaron las emisiones, debido a un aumento en la producción de cemento, respecto a las importaciones de clinker.

El uso de lubricantes constituye la segunda fuente de generación de emisiones, si bien, las emisiones debidas a la producción de cal y a otros usos de carbonatos, no son significativas, respecto a las generadas por la producción de clinker y por el uso de lubricantes, dichas emisiones presentan una tendencia creciente durante el período, a diferencia de las generadas por el uso de la cera de parafina que disminuyeron entre 2006-2009 manteniendo relativamente el mismo nivel hasta 2015 (Figura 54).

La tendencia de las emisiones en el año 2005 experimentó un incremento de 53.21% respecto al 2000. En el año 2015 se observa una disminución del 37.03%, respecto al año 2005 en este mismo año nuevamente disminuyen las emisiones, aunque en menor porcentaje.

Este comportamiento está influenciado significativamente por la disminución en la producción y uso de los productos industriales que emiten CO_2 como son, la producción del cemento e importaciones de clinker, así como la producción de cal y el uso de lubricantes. El uso de carbonatos se incrementó y el de cera de parafina se mantuvo prácticamente al mismo nivel, sin embargo, ambos no influyen de manera importante en las emisiones.

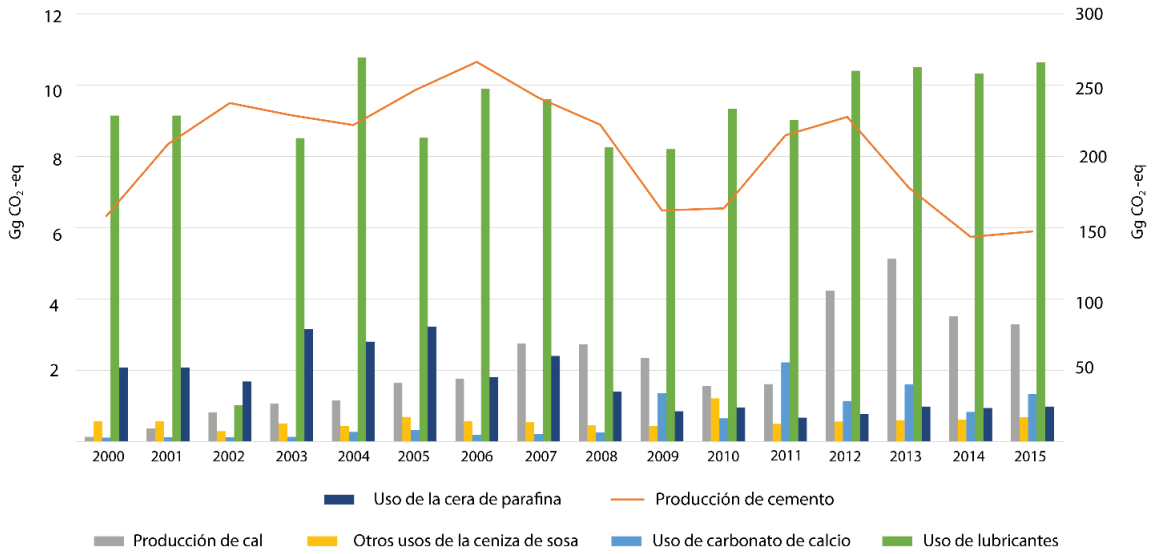


Figura 54. Emisiones totales del sector IPPU (2000-2015)

Fuente: Elaboración propia.

En las categorías Uso de productos no energéticos y Otros (alimentación y bebidas); el asfalto, como producto individual, es el más representativo, no solo porque participa con el 45% del total de las emisiones de COVDM, sino que también define el perfil de la tendencia de las emisiones de este gas.

En la Figura 55, se observan los Otros productos de manufactura en la industria de la alimentación y bebidas que representan el 55% restante de las emisiones de COVDM.

Sin embargo, en esta categoría se incluyen tres actividades como son: la producción de azúcar, la producción de bebidas alcohólicas (ron y cerveza) y la producción de embutidos.

A diferencia de lo que ocurre con las emisiones y la tendencia de éstas en la Industria de los minerales, donde el cemento representa casi todas las emisiones durante todo el período, la participación de cada producto en la categoría de Uso de productos no energéticos es homogénea.

La industria de la alimentación y bebidas ha generado emisiones crecientes durante el período contra un comportamiento variable del asfalto. Las emisiones de CO_2 representan el 92% del total de emisiones de GEI. El 8% restante corresponde a COVDM.

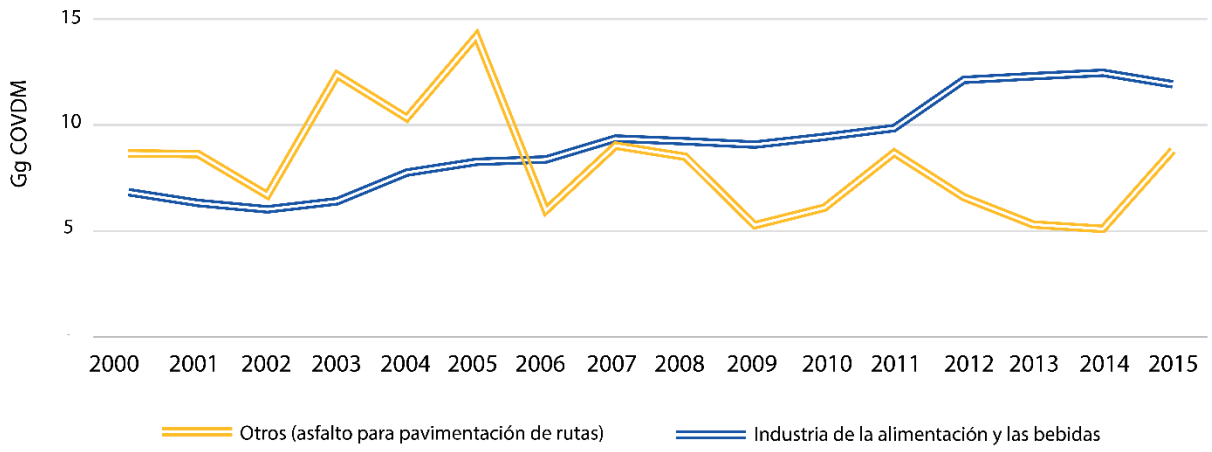


Figura 55. Emisiones de COVDM (Gg)

Fuente: Elaboración propia.

2.7.2.8. Incertidumbre y coherencia temporal

La evaluación de la incertidumbre fue realizada tomando como base el porcentaje de incertidumbre de los DA del sector, que según lo estipulado en los informes del BEN y de las estadísticas del BCN es del ±5%. Debido a que Nicaragua no cuenta con FE propios, se han utilizado los propuestos por defecto por el IPCC en las Directrices 2006.

En términos generales, las variables, los datos y los factores de emisión utilizados tienen un alto grado de coherencia temporal, ya que provienen del Balance Energético Nacional publicado por el MEM anualmente, las estadísticas del Banco Central de Nicaragua y por las Directrices IPCC respectivamente (IPCC, 2006).

La incertidumbre del sector IPPU alcanzó el ±34.1% dominada principalmente por la incertidumbre los factores de emisión por defecto utilizados para realizar las estimaciones, la incertidumbre de la tendencia del sector es de ±45.9%.

Cabe destacar que la serie temporal cubre el período seleccionado como inicio de cálculo que es el año 2000, en vez de 1990, esto se debe a que en los años previos al 2000 los datos de actividad no están disponibles y/o no se cuenta con la debida validación para asegurar la calidad de los datos.

2.7.2.9. Control de calidad y verificación

Este proceso se realizó en conjunto con el BCN, quien publica cada año las estadísticas del país para asegurar la fiabilidad y disminuir el margen de error provocado por el levantamiento y tratamiento de los datos en el proceso de homologación de categorías y unidades de medida utilizado para realizar las conversiones y cálculos requeridos para este sector.

2.7.2.10. Realización de nuevos cálculos

El tercer INGEI de Nicaragua se realizó para una serie temporal incompleta debido a que solo se identificaron datos disponibles para los años 2000, 2005 y 2010. Por tal razón, se realizó una revisión de las categorías y subcategorías identificadas en el tercer INGEI en función de validar y/o corregir los datos seleccionados, la homologación realizada con el BEN, así como verificar la precisión y exactitud de las estimaciones.

La Tabla 45 compara los resultados del tercer y cuarto INGEI para el sector IPPU, se observa que para el año 2000, 2005 y 2010 las emisiones del cuarto INGEI son mayores, 71.30%, 46.63% y 59.10% respectivamente.

Tabla 45. Comparación entre inventarios del sector IPPU

Inventario	Emisiones (Gg CO_2-eq)		
	2000	2005	2010
Tercero	99.37	177.86	111.38
Cuarto	170.22	260.79	177.21
Diferencia	**70.85**	**82.93**	**65.83**
Diferencia en %	**71.30**	**46.63**	**59.10**

Fuente: Elaboración propia.

Los ajustes a la información utilizada en la elaboración de los INGEI del sector IPPU, realizados anteriormente, radican en los siguientes:

- Cambio de porcentaje de clinker en cemento de 75% a 95%, debido a que el cemento que se produce en Nicaragua es cemento Portland. Se realizaron nuevos cálculos para el período 2000-2010 (Tabla 46).
- Actualización de los datos, que se tenían estimados para el volumen de producción de cal en el período 2005-2010 (Tabla 47).
- Inclusión de la subcategoría Otros usos de carbonatos en los procesos. Nicaragua utiliza la ceniza de sosa y carbonato de calcio en la producción de jabones para lavar ropa, pinturas y otros.

- Inclusión de las subcategorías Uso de lubricantes y Uso de la cera de parafina. Estos son productos utilizados en los motores y fabricación de velas.
- Se incluyó el porcentaje de COVDM por peso de asfalto. Se definió el tipo de asfalto que se utiliza en la pavimentación de rutas en el país. Se realizaron nuevos cálculos para el período 2000-2010 (Tabla 48).
- Eliminación de la producción de carne e inclusión de la producción de embutidos. La carne producida en Nicaragua proveniente de ganado vacuno, porcino o avícola es carne fresca y no sufre ningún proceso de cocción o transformación que emita gases a diferencia de la que corresponde a embutidos. Se realizaron nuevos cálculos para todo el período.
- Eliminación de la producción de pan, ya que los datos de producción no corresponden a este producto y no existe información pública de este rubro.

Tabla 46. Comparación entre inventarios para la producción de cemento

Inventario	Emisiones (Gg CO_2-eq)		
	2000	2005	2010
Tercero	99.24	177.21	110.68
Cuarto	158.20	246.39	163.52
Diferencia	**58.96**	**69.18**	**52.84**
Diferencia en %	**59.41**	**39.04**	**47.74**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 47 Comparación entre inventarios para la producción de cal

Inventario	Emisiones (Gg CO_2-eq)		
	2000	2005	2010
Tercero	0.13	0.65	0.7
Cuarto	0.13	1.64	1.55
Diferencia	**0**	**-0.99**	**0.85**
Diferencia en %	**0.00**	**152.31**	**121.43**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 48. Comparación entre inventarios para la producción de asfalto

Inventario	Emisiones (Gg CO_2-eq)		
	2000	2005	2010
Tercero	0.0026	0.0043	0.0018
Cuarto	8.66	14.19	6.10
Diferencia	**8.66**	**14.19**	**6.10**
Diferencia en %	**332,976.92**	**329,900.00**	**338,788.89**

Fuente: Elaboración propia.

2.7.2.11. Plan de mejora del sector IPPU

Considerando los resultados del proceso de revisión y análisis realizado por expertos internacionales mediante los revisores de pares, a continuación, se presentan las acciones de mejora que serán desarrolladas en el sector:

1. Elaborar un formato de recolección de DA consensuado, validado y aprobado por los equipos técnicos responsables de la sistematización de información requerida para el sector.
2. Fortalecer la alianza interinstitucional con la Dirección General de Servicios Aduaneros (DGA) para mejorar la captura de los datos de importaciones en función de las necesidades del inventario.
3. Incorporar la categoría Usos de productos como sustitutos para las sustancias que agotan la capa de ozono. Se deben realizar coordinaciones con MARENA y así dar cumplimiento con los compromisos del Protocolo de Montreal y con la CMNUCC.
4. Realizar un proceso de investigación para incluir las subcategorías Uso de solvente e Industria de la alimentación y la bebida, ya que son productos que se consumen en Nicaragua y que no están incluidos en este inventario por falta de datos.

2.7.3. Sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra

2.7.3.1. Resumen del sector

El sector AFOLU genera la mayor contribución de emisiones a nivel nacional, lo que refleja de forma clara que Nicaragua es un país agropecuario y que depende de sus recursos naturales para garantizar la seguridad alimentaria de su población. Esto se evidencia en la participación del sector agropecuario con un 30% de las exportaciones netas equivalente al 18% del PIB. Con respecto al sector forestal, este contribuye con el 1% del PIB del país (BCN, 2016).

Para el año 2000 (año base), las emisiones fueron de 24,809.09 Gg de CO_2-eq, de los cuales, el 76.23% corresponde a la categoría Tierras, el 13.85% corresponde a la categoría Ganado, y el 9.92% a Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO_2 en la tierra (FAyFENCO_2), tal como se observa en la Tabla 49.

Para el año 2015, Las emisiones fueron de 22,790.47 Gg de CO_2-eq, de los cuales el 52.93% corresponde a la categoría Tierra, el 30.15% corresponde a la categoría Ganado,

y el 16.92% a Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO_2 en la tierra (FAyFENCO$_2$) (Tabla 49).

Entre el 2000 y 2015, se evidencia una reducción del 8.14% del total de las emisiones del sector y una redefinición de los pesos porcentuales que cada una de las categorías aportan en las emisiones. Esto significa que las categorías Ganado y FAyFENCO$_2$ aumentaron en un 16.30% y 7.00%, respectivamente, pero la categoría Tierra presentó una reducción del 23.30%.

Tabla 49. Emisiones del sector AFOLU (Gg CO_2-eq)

Categorías		Años / Gg de CO_2-eq							
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
3	**AFOLU**	**24,809.09**	**25,170.95**	**26,041.48**	**26,587.34**	**27,333.09**	**27,229.31**	**26,294.05**	**25,996.16**
3A	Ganado	3,436.02	3,539.23	3,667.64	3,828.00	3,986.09	3,417.40	3,701.27	3,952.35
3B	Tierra	18,910.94	19,358.05	19,805.16	20,252.27	20,699.38	21,146.49	20,238.20	19,329.91
3C	FAyFENCO$_2$*	2,462.13	2,273.67	2,568.68	2,507.07	2,647.62	2,665.42	2,354.58	2,713.90

Categorías		Años / Gg de CO_2-eq							
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
3	**AFOLU**	**25,466.73**	**25,128.50**	**24,764.06**	**24,439.70**	**23,935.74**	**23,532.17**	**22,720.25**	**22,790.47**
3A	Ganado	4,376.11	4,789.02	5,111.70	5,474.29	5,730.54	6,011.49	6,309.93	6,871.36
3B	Tierra	18,421.61	17,513.32	16,605.02	15,696.47	14,787.92	13,879.38	12,970.83	12,062.28
3C	FAyFENCO$_2$*	2,669.01	2,826.16	3,047.34	3,268.94	3,417.28	3,641.30	3,439.49	3,856.83

** Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO_2 en la tierra.*

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 56, se observa el comportamiento de las emisiones en la serie temporal analizada. Se identifica una disminución de las emisiones que inicia a partir del año 2006 hasta el 2015. Esto ocurre debido al proceso natural de crecimiento de biomasa de los bosques y un incremento de área de las tierras de cultivo perennes en un 53% (66,515 ha). Durante este período, las tierras de cultivo perennes bajo sombra con una cobertura mayor al 30% de copa fueron clasificadas como tierras forestales e incrementaron en un 51% (44,748 ha). Lo anterior está vinculado al éxito de las estrategias y programas implementados por el GRUN, entre ellos: Programa Forestal Nacional de 2008, el Plan Nacional de Reforestación de 2007, la Estrategia Nacional de Leña y Carbón de 2011.

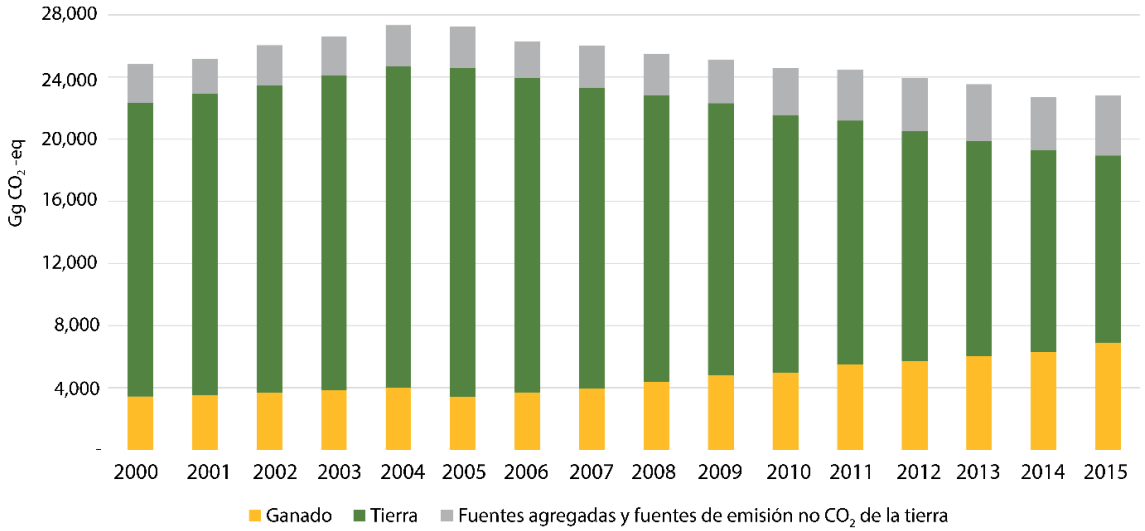


Figura 56. Emisiones del sector AFOLU (Gg CO_2-eq)

Fuente: Elaboración propia.

2.7.3.2. Subsector Agricultura

2.7.3.2.1. Panorámica del subsector

Para el período 2010-2015, se evidencia el dinamismo y crecimiento sostenido de la economía nicaragüense reflejado en el crecimiento del PIB de un 5.2% en promedio. Los sectores con mayor crecimiento en el período de análisis son: pecuario (12.7%), pesca y acuicultura (10.0%) y agricultura (10.0%). El sector agropecuario tiene una participación del 30 % de las exportaciones netas y del 18 % del PIB del país (BCN, 2021).

En Nicaragua, según el IV Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO), existen alrededor de 262,546 explotaciones agropecuarias en el país con una superficie total de 6,183,695 ha, de las cuales, 2,803,075 ha corresponden a actividades agrícolas y 3,380,620 ha se destinan para actividades pecuarias (MAGFOR e INIDE, 2012). El ganado doméstico con hatos representativos en el país está compuesto por: bovinos, ovinos y caprinos, equinos (incluye; caballos, mulas, burros, asnos) y cerdos. Cada uno de ellos posee un factor de emisión propio en virtud de sus características metabólicas (IPCC, 2006).

Hato bovino

La ganadería es considerada uno de los rubros productivos del sector agropecuario con mayor potencial económico y que ha mostrado durante la última década (2005 – 2015) un fuerte crecimiento y dinamismo. En el año 2000, el hato bovino era de 2.58 millones y para el año 2006 era de 2.77 millones, mostrando un crecimiento promedio anual del 1.49%. A partir del año 2007 hasta el 2015, tuvo un crecimiento promedio de 7.32% anual

debido a los programas y proyectos gubernamentales, entre ellos: Programa Productivo Alimentario, conocido como “Hambre Cero”; también incidió la apertura de nuevos mercados regionales, como el venezolano, incrementando la exportación de carne y ganado en pie a mejor precio. El crecimiento del del hato bovino se mantuvo constante hasta el año 2015 (Figura 57).

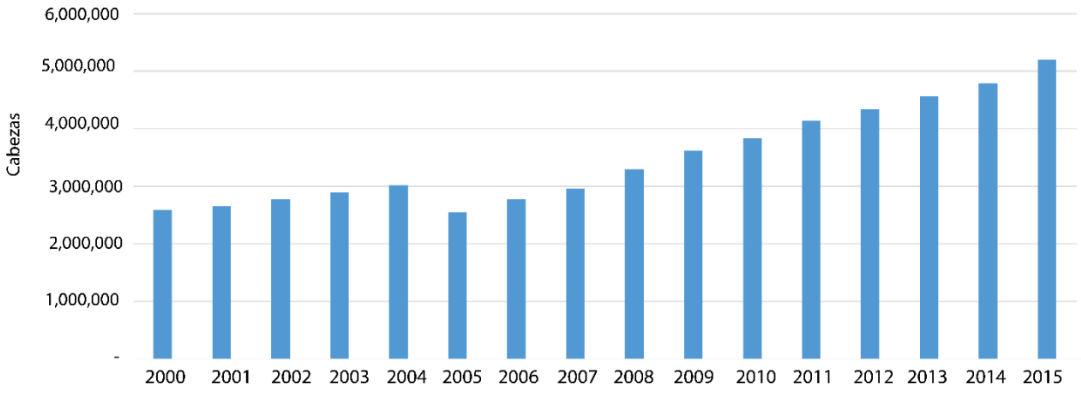


Figura 57. Evolución del hato bovino (2000-2015)

Fuente: Elaboración propia sobre las bases de las estadísticas del BCN, Plan de Producción, Consumo y Comercio Ciclo (MAG) y FAOSTAT.

En Nicaragua se explotan tres sistemas de producción bovina:

1. Sistema doble propósito (producción de leche y carne), produce cerca del 95% de la producción de carne y leche del país.
2. Sistema de producción de carne bovina (carne), que representan el 5% de las fincas.
3. Sistema de lechería especializada (leche), con muy pocas unidades.

Prácticamente la totalidad del hato ganadero en el país es de doble propósito, registrándose vacas con baja productividad de leche, sin embargo, en los últimos años, se ha mejorado la genética con la introducción al país de razas con mejores rendimientos productivos. Los cambios en el sistema productivo se dieron partir del año 2012, cuando inicia la primera explotación de ganado estabulado (FeedLot) en Nicaragua con la instalación de corrales de engorde para 30 mil cabezas de ganado, las que luego se fueron expandiendo año con año.

Hato porcino

Los resultados del III CENAGRO, indican que la población porcina en Nicaragua en el año 2001 fue de 383,172 cabezas a nivel nacional (INEC, 2001). Este hato, al igual que el bovino, ha tenido un crecimiento sostenido durante el período 2005 - 2015, impulsado por políticas gubernamentales de apoyo a pequeños y medianos productores y a la industrialización del faenamiento de cerdos en plantas procesadoras (Matadero industrial).

El proyecto de inseminación artificial para cerdos inició en el 2005 en el Centro Genético Pecuario del MAG, donde se brindaba capacitación a grupos de productores de cerdos. Para el año 2015, había un hato porcino de más de 595,158 en 174,300 fincas con crianza de cerdos (MAG, 2016) (Figura 58).

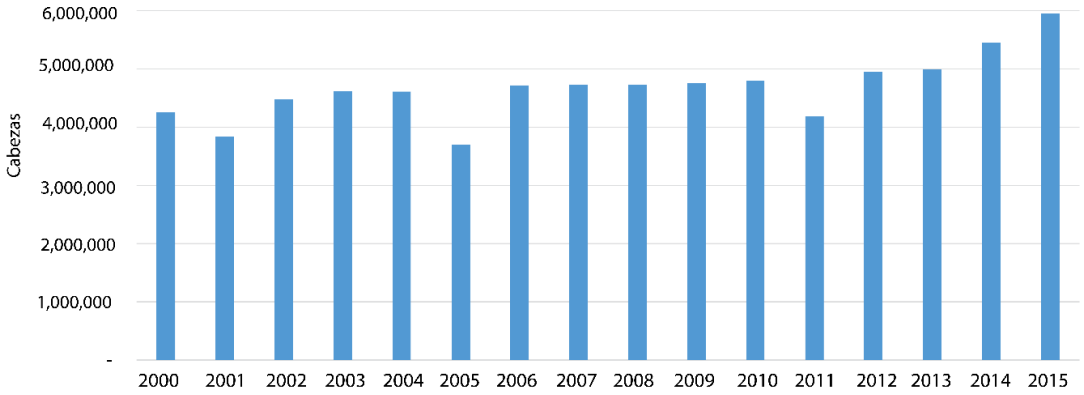


Figura 58. Población porcina en Nicaragua (2000-2015)

Fuente: Elaboración propia con base en estadísticas del BCN, Plan de Producción, Consumo y Comercio Ciclo (MAG) y FAOSTAT.

Hato caprino y ovino

En la composición del rebaño caprino prevalecen las razas nativas, mantenidas desde hace centenares de años en un proceso de selección natural, así han adquirido notable resistencia a los ambientes exigentes (Ruíz y Marín, 2005).

El III CENAGRO proyectó un total de 22,390 ejemplares de caprinos y 29,903 ovejas (INEC, 2001). Las ovejas se distribuyeron en 2,626 fincas que poseen componente ovino en sus sistemas de producción, que a su vez son el 14.99% del total de fincas (199,549) censadas en el III CENAGRO. Los ovinos son manejados de forma extensiva con poco nivel tecnológico, lo que implica una reducción de los índices productivos y reproductivos en su explotación. En la Figura 59, se observa el crecimiento de estas poblaciones.

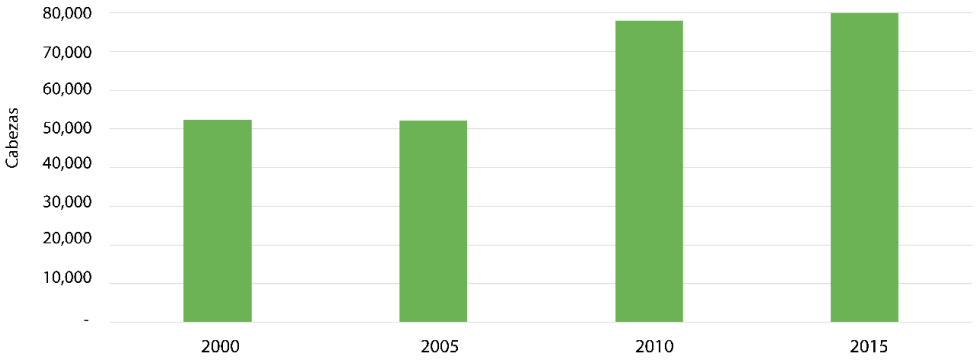


Figura 59. Evolución de la población de ovinos y caprinos en Nicaragua (2000-2015)

Fuente: Elaboración propia con base en estadísticas del BCN, Plan de Producción, Consumo y Comercio Ciclo (MAG) y FAOSTAT.

Ganado equino

Esta categoría se compone de caballos y yeguas; mulas y machos, burros y sus crías. Para el año 2015 se alcanzó una población de 326,403 ejemplares distribuidos por todo el territorio nacional (MAG, 2016). El hato equino es utilizado para trabajo como animal de carga y para crianza de razas puras. En la Figura 60, se observa el comportamiento de estas poblaciones para el período evaluado.

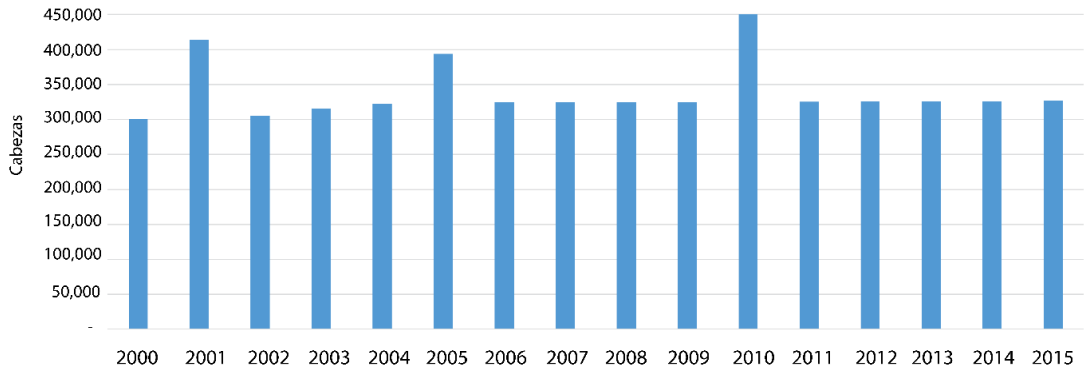


Figura 60. Población del ganado equino en Nicaragua (2000-2015)

Fuente: Elaboración propia con base en estadísticas del BCN, Plan de Producción, Consumo y Comercio Ciclo (MAG) y FAOSTAT.

Avicultura

La avicultura ha tenido una dinámica cambiante en función de las políticas nacionales e internacionales del sector. En términos productivos, Nicaragua ha incrementado constantemente el volumen de producción de aves, acompañado por el avance tecnológico en las plantas procesadoras y de las técnicas de crianza y engorde. En el

período 2005 – 2015, se registró un crecimiento del 60.65% en los índices de producción, la Figura 61, presenta la evolución de la población para la serie temporal estudiada.

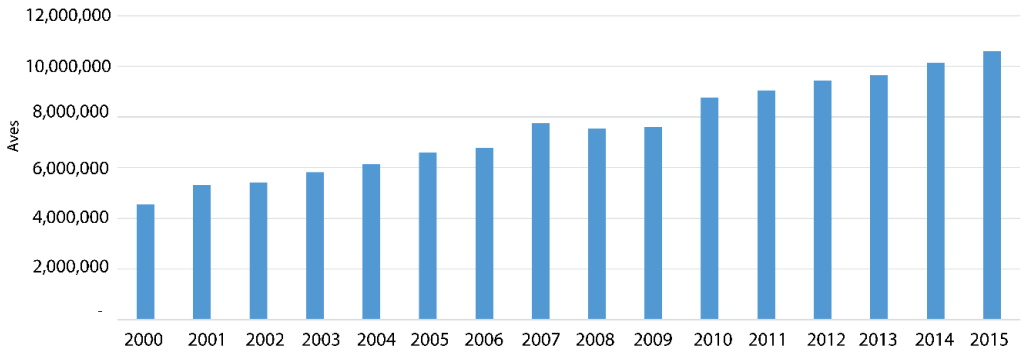


Figura 61. Cantidad de aves anuales producidas (2000-2015)

Fuente: Elaboración propia con base en estadísticas del BCN, Plan de Producción, Consumo y Comercio Ciclo (MAG) y FAOSTAT.

Gestión del estiércol

En Nicaragua la mayor parte del estiércol excretado por los bovinos queda en las praderas y pasturas donde se cría el ganado. Solo en las instalaciones de ganado estabulado se almacenan grandes cantidades de estiércol, en base sólida y liquida, tanto en los corrales mismos, como en los sistemas de tratamiento de aguas pluviales provenientes de los corrales de engorde y solo un porcentaje menor es transformado por el método de compostaje en abono orgánico (Jarquín, 2012).

En el país, actualmente existen tres instalaciones de corrales de engorde que manejan inventarios permanentes que suman en total 100,000 cabezas. En la Tabla 50, se detallan los establecimientos, número de inventario de cabezas, porcentaje y sistema de tratamiento que se le brinda al estiércol generado por los bovinos.

Tabla 50. Instalaciones de ganado estabulado (Feedlot)

Ganadera	Cantidad de Bovinos	% de estiércol tratado	Sistema de Manejo y tratamiento del estiércol
Sukarne	55,000	10	Composteo por método de volteo.
San Martin	30,000	90	Biodigestor Anaerobio, para cogeneración energética (calor/electricidad).
El Nuevo Carnic	15,000	ND	ND

ND: datos no disponibles.

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de las granjas avícolas y porcinas, las excretas se destinan en su mayoría para su descomposición a cielo abierto, ya que en Nicaragua no existe una práctica arraigada de uso de fertilizantes orgánicos en cultivo.

Uso de urea

La urea es el fertilizante nitrogenado de mayor uso a nivel mundial, Nicaragua no es la excepción, sin embargo, es considerado según la FAO, como el país de la región Centroamericana que menos aplica urea y lo hace a razón de 39 kg/ha con base al consumo promedio de Centroamérica (FAO, 2015).

En el año 2015, por ejemplo, se sembraron aproximadamente 874,928 ha, entre ellas, 247,911 ha fueron de frijoles y 312,713 ha de maíz. Estos dos rubros representan el 64.08% del total de áreas sembradas. La mayoría de las áreas sembradas están en manos de pequeños productores que no tienen acceso a altos volúmenes de fertilizante. No obstante, en el caso de los rubros de exportación, se encuentran en manos de grandes productores privados, donde el consumo de fertilizantes es mucho mayor, llegando a aplicar hasta 270 kg/ha, en el caso de la industria azucarera.

El consumo de fertilizantes en el país se ha incrementado en el último quinquenio (2010-2015), tanto de urea como de otros fertilizantes nitrogenados, partiendo de 30,156 toneladas en el año 2010, hasta su pico más alto en 2015 de 131,910 toneladas de urea. Con respecto a los fertilizantes nitrogenados, en el 2010 eran 15,127 toneladas, pasando a 82,339 toneladas en el 2015 (Figura 62).

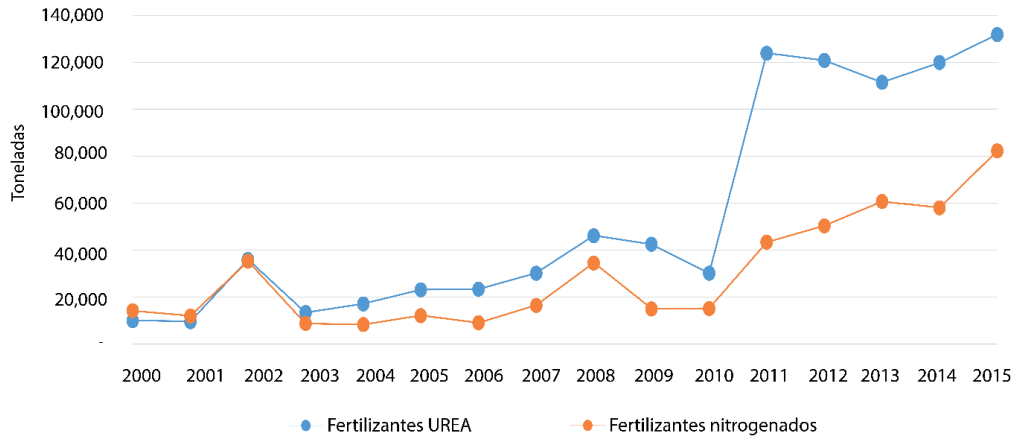


Figura 62. Consumo de fertilizantes en Nicaragua (2000-2015)

Fuente: Elaboración propia con base en estadísticas del BCN, Plan de Producción, Consumo y Comercio Ciclo (MAG) y FAOSTAT.

A partir del año 2011, es notorio el aumento del consumo de fertilizantes incrementando en un 311.00% y 186.99% el fertilizante de urea y otros fertilizantes nitrogenados respectivamente, coincidiendo con niveles de rendimientos y productividad más elevados que el histórico nacional del sector en general.

Cultivo de arroz

El arroz es uno de los cultivos más importantes dentro del sector agropecuario nacional y al mismo tiempo, uno de los principales alimentos en la dieta de los nicaragüenses. Su aporte energético dentro de la canasta básica es del 14% (Sandoval y Velásquez, 2017).

En la Figura 63, se presenta la producción de arroz en el país, la cual ha crecido un 18.20% durante el período 2000 al 2015, pasando de una producción del 40% del consumo interno en el ciclo 2001/02, al 80% en el ciclo 2014/15 (BCN, 2016; 2013; 2011).

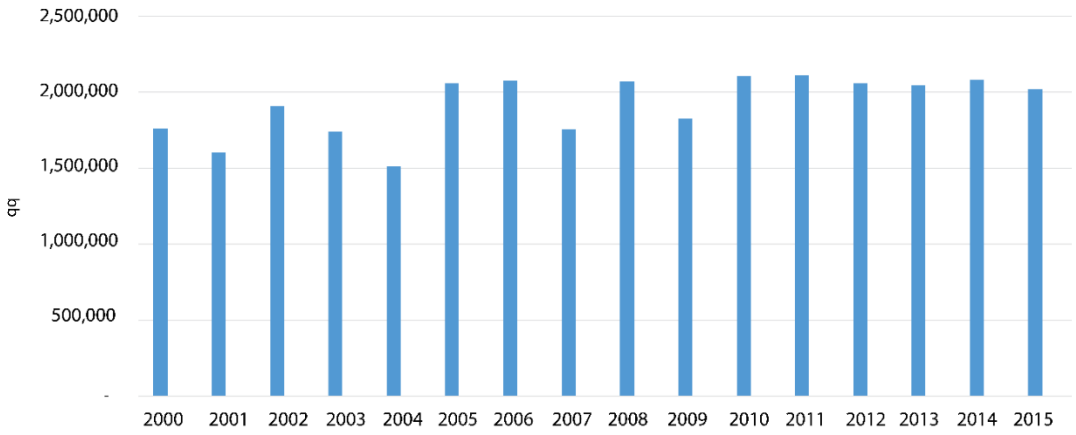


Figura 63. Producción total de arroz (qq) en Nicaragua ciclo 1999/2000 a 2014/15

Fuente: Elaboración propia sobre las bases de las estadísticas del BCN.

El cultivo de arroz, por ser de gran importancia para garantizar la dieta de los nicaragüenses, ha experimentado a lo largo de los años mejoras técnicas para el incremento de su rendimiento. Investigaciones realizadas en el país reportan que durante el período 2001-2010 el sector agropecuario representó 17.2% del PIB. El subsector agrícola aportó el 10% y el pecuario un 7.2%. El arroz aporta aproximadamente el 11% del PIB agrícola (FUNICA, 2012), no obstante, se ha visto afectado por sequías e inundaciones.

El cultivo del arroz es producido en diferentes zonas del país, las temperaturas para germinar como mínimo deben de ser de 10 a 13ºC de 25-30°C llegando a un máximo de 40°C. A nivel nacional, la producción de arroz de riego está concentrada en Granada, Matagalpa y Managua, mientras que el arroz secano se produce principalmente en la

Rivas y Chinandega y Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (Sandoval y Velásquez, 2017).

El arroz secano tiene presencia en las distintas zonas del país. Se establece en las zonas húmedas y se siembra en meses lluviosos para no hacer mal uso de los recursos hídricos. La producción bajo riego se realiza en las regiones del Pacífico y Norte del país, donde hay mayor dinámica económica y disponen de maquinaria y tecnología para la recolección de la cosecha. El Ministerio Agropecuario (MAG) estima que la producción de arroz de riego genera aproximadamente el 55% del total nacional y cerca del 40% del área cultivada (BCN, 2016).

El rendimiento del arroz de riego se aproxima a 51 qq/mz y se ha incrementado en la última década, no así la producción de secano que se ha mantenido en 27 qq/ mz (BCN, 2016). El rendimiento de arroz secano y arroz de riego ha aumentado en los últimos años, como se puede observar en la Figura 64.

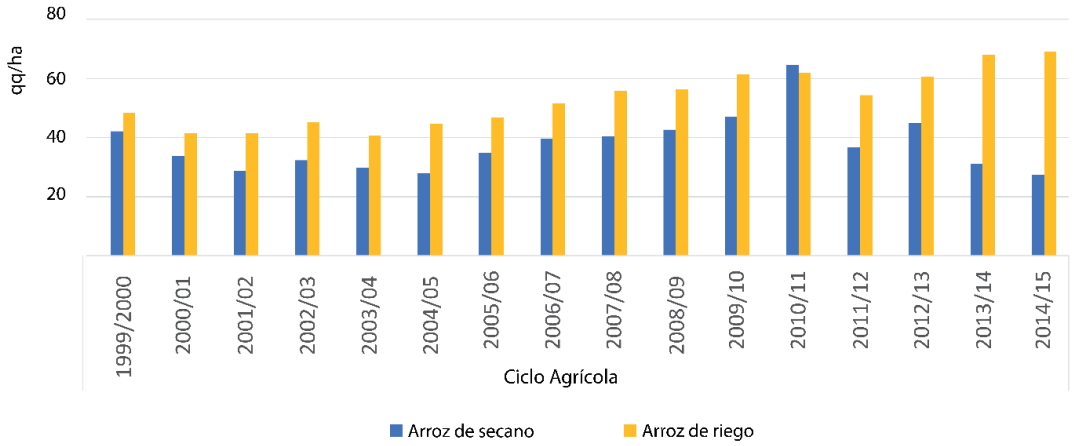


Figura 64. Rendimientos de la cosecha de arroz en Nicaragua (2000-2015)

Fuente: Elaboración propia sobre las bases de las estadísticas del BCN.

El arroz de riego se cultiva en 822 explotaciones con un área total promedio de 41,655.63 ha. Se obtienen dos cosechas al año en primera y postrera, en esta última se obtienen los mejores rendimientos por lo que es temporada seca, minimizando infecciones por hongos y plagas al cultivo.

Los departamentos que destinan mayor área de producción de arroz de riego son Granada con 6,831 ha, Matagalpa con 6,162 ha, Managua con 4,930 ha, Boaco con 3,732 ha, y Río San Juan 2,253 ha (MAGFOR, 2012). La información de arroz de riego es limitada, solo se obtiene el área y las asociaciones solo informan sobre rendimientos obtenidos a nivel nacional.

Es importante mencionar que la superficie de arroz de riego superó a la de secano a partir del año 2010, exceptuando los años 2012 y 2013, sin que esto afectara la producción total, sobre todo porque el arroz de riego presenta mejores rendimientos que el de secano; a esta reducción de la superficie de arroz de secano se suma un período de sequía muy acentuado entre el 2013 y 2015, como se puede observar en la Figura 65.

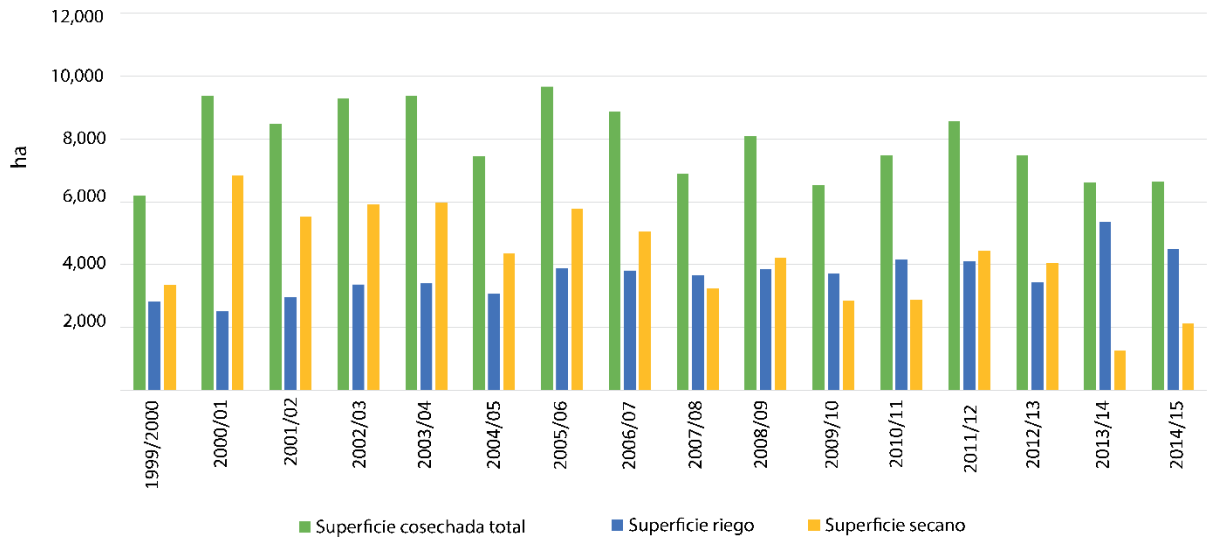


Figura 65. Superficie cultivada de arroz en Nicaragua (2000-2015)

Fuente: Elaboración propia sobre las bases de las estadísticas del BCN.

2.7.3.2.2. Análisis de categoría/fuente de emisión

Las estimaciones de las emisiones y absorciones de GEI procedentes del subsector Agricultura del sector AFOLU incluyen:

- Las emisiones y absorciones de CO_2 que resultan de las variaciones de las reservas de carbono en la biomasa, Materia Orgánica Muerta (MOM), Materia Orgánica del Suelo (MOS) de suelos orgánicos y minerales, y Productos de Madera Recolectada (PMR) para todas las tierras gestionadas.
- CO_2 procedente de los suelos orgánicos cultivados.
- Emisiones distintas del CO_2 provenientes de incendios en toda la tierra gestionada.
- Emisiones de CH_4 procedentes del cultivo del arroz.
- Emisiones de N_2O de todos los suelos gestionados.
- Emisiones de CO_2 asociadas con la aplicación de cal y urea a los suelos gestionados.

- Emisiones de CH_4 que provienen de la fermentación entérica del ganado.
- Emisiones de CH_4 y N_2O procedentes de los sistemas de gestión del estiércol.

La naturaleza de los compuestos de cada uno de los gases que conforman los GEI, el establecimiento de factores de emisión y el desarrollo de una serie temporal para su contabilidad, ha hecho necesario dividir el subsector Agricultura en categorías y subcategorías, lo cual nos permite el análisis de cada una según su contexto individual y dinámica nacional.

La Tabla 51, presenta las categorías identificadas en Nicaragua, especificando si fueron o no incluidas en el inventario.

Tabla 51. Categorías subsector Agricultura y gases incluidos

Categorías	Clave	Definición	Explicación	Gases		
				CO_2	CH_4	N_2O
3A. Ganado						
3A1. Fermentación entérica	IN	Incluida	Datos disponibles, Datos por estimación		✓	
3A2. Gestión del estiércol	IN	Incluida	Datos disponibles, Datos por estimación		✓	✓
3C. Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO_2 en la tierra						
3C1. Quemado de biomasa	IN	Incluida	Datos disponibles, Datos por estimación	NA*	✓	✓
3C3. Fertilización con urea	IN	Incluida	Datos disponibles, Datos por estimación	✓		
3C4. Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados	NE	Incluida	Datos disponibles, Datos por estimación			✓
3C5. Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados	NE	Incluida	Datos disponibles, Datos por estimación			✓
3C6. Emisiones indirectas de N_2O resultantes de la gestión del estiércol	NE	Incluida	Datos disponibles, Datos por estimación			✓
3C7. Cultivo del arroz	NE	Incluida	Datos disponibles, Datos por estimación		✓	

**NA: No Aplica.*

Fuente: Elaboración propia sobre las bases de las Directrices IPCC, 2006.

2.7.3.2.3. Descripción del método a ser utilizado

Para este informe, se hizo la referencia cruzada entre el Volumen 1 y el Volumen 4 del sector AFOLU disponibles en las Directrices IPCC 2006, y se analizaron las categorías y subcategorías presentes en el país en el subsector Agricultura, así como los datos de actividad disponibles para cada una de las categorías analizadas.

Se aplicaron las Directrices del IPCC de 2006 utilizando el Nivel 1 para estimar las emisiones del sector debido a que el país no dispone de FE específicos. A continuación, se describen las ecuaciones utilizadas para las estimaciones por categoría de análisis (IPCC, 2006).

Emisiones de CH_4 por fermentación entérica por categoría de ganado

$$Emisiones = FE_T \times (N_T / 10^6)$$

(Ecuación 5)

Donde:

Emisiones	*= Emisiones de metano por fermentación entérica (kt CH_4 $año^{-1}$).*
FE_T	*= Factor de emisión para la población de ganado definida (kg CH_4 $cabeza^{-1}$ $año^{-1}$).*
N_T	*= Cantidad de cabezas de la especie/categoría de ganado T del país.*
T	*= Especie/categoría de ganado.*

Las emisiones totales de fermentación entérica se obtienen sumando el total de las emisiones generadas por cada categoría de ganado analizada.

Emisiones de CH_4 por la gestión del estiércol

$$Emisiones\ CH_{4\ estiércol} = \Sigma_T ((FE_T \times N_T)/10^6)$$

(Ecuación 6)

Donde:

$CH_{4\ Estiércol}$	*= Emisiones de metano por fermentación entérica (kt CH_4 $año^{-1}$).*
FE_T	*= Factor de emisión para la población de ganado definida (kg CH_4 $cabeza^{-1}$ $año^{-1}$).*
N_T	*= Cantidad de cabezas de la especie/categoría de ganado T del país.*
T	*= Especie/categoría de ganado.*

Se utiliza la misma población definida para la estimación de la fermentación entérica más la población de aves de corral, así como el clima promedio del país, el cual determina el valor por defecto del FE seleccionado. En el caso de Nicaragua es mayor a 28°C.

Las emisiones totales de CH_4 por gestión del estiércol se obtienen sumando las cantidades totales de las emisiones generadas, por cada categoría de ganado analizada.

Quemado de biomasa

$$L_{fuego} = A \times MB \times Cf \times Gef \times 10^{-3}$$

(Ecuación 7)

Donde:

L_{fuego}	= Cantidad de emisiones de GEI provocada por el fuego, ton de cada gas de efecto invernadero.
A	= Superficie quemada (ha).
MB	= Masa de combustible disponible para la combustión (ton ha^{-1}). Incluye biomasa, hojarasca molida y madera muerta. Cuando se aplican métodos de Nivel 1.
Cf	= Factor de combustión
Gef	= Factor de emisión (g kg^{-1} de materia seca quemada).

Fertilización con urea

$$CO_2\text{–}C\ Emisión = M \times FE$$

(Ecuación 8)

Donde:

CO_2**-C Emisión**	= Emisiones anuales de C por la aplicación de urea (t C $año^{-1}$)
M	= Cantidad anual de fertilización con urea (t urea $año^{-1}$).
FE	= Factor de emisión, t de C (t de urea $^{-1}$).

Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados

$$N_2O_{Directas}\text{–}N = N_2O_{N\ aportes} + N_2O_{OS} + N_2O_{PRP}$$

(Ecuación 9)

Donde:

$N_2O - N_{N\ aportes}$	= $[[(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM}) \times FE_1] + [(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM})_{FR} \times FE_{1FR}]]$
$N_2O - N_{OS}$	= $[[(F_{OS,CG,\ Temp} \times FE_{2CG,Temp}) + (F_{OS,CG,Trop} \times FE_{2CG,Trop}) + (F_{OS,F,Temp,NR} \times FE_{2F,Temp,NR}) + (F_{OS,F,Temp,\ NP} \times FE_{2F,Temp,NP}) + (F_{OS,F,Trop} \times FE_{2F,\ Trop})]$
$N_2O - N_{PRP}$	= $[(F_{PRP,\ CPP} \times FE_{3PRP,\ CPP}) + (F_{PRP,SO} \times FE_{3NT,SO})]$
$N_2O_{Directas} - N$	= Emisiones directas anuales de N_2O–N producidas a partir de suelos gestionados, (kg N_2O– N $año^{-1}$).
N_2O–N aportes N	= Emisiones directas anuales de N_2O–N producidas por aportes de N a suelos gestionados, (kg N_2O– N $año^{-1}$).

$N_2O–N_{OS}$ = *Emisiones directas anuales de N_2O–N de suelos orgánicos gestionados (kg N_2O–N año^{-1}).*

$N_2O–N_{PRP}$ = *Emisiones directas anuales de N_2O–N de suelos orgánicos gestionados (kg N_2O–N año^{-1}).*

F_{SN} = *Cantidad anual de N aplicado a los suelos en forma de fertilizante sintético (kg N año^{-1}).*

F_{ON} = *Cantidad anual de estiércol animal, compost, lodos cloacales y otros aportes de N aplicada a los suelos (kg N año^{-1}).*

F_{CR} = *Cantidad anual de N en los residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluyendo los cultivos fijadores de N y la renovación de forraje/pastura, que se regresan a los suelos (kg N año^{-1}).*

F_{SOM} = *Cantidad anual de N en suelos minerales que se mineraliza, relacionada con la pérdida de C del suelo de la materia orgánica del suelo como resultado de cambios en el uso o la gestión de la tierra (kg N año^{-1}).*

F_{OS} = *Superficie anual de suelos orgánicos gestionados/drenados (ha).*

F_{PRP} = *Cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada por los animales en pastoreo sobre pasturas, prados y praderas (kg N año^{-1}).*

FE_1 = *Factor de emisión para emisiones de N_2O de aportes de N (kg N_2O–N (kg aporte de N)$^{-1}$).*

FE_{1FR} = *Es el factor de emisión para emisiones de N_2O de aportes de N en plantaciones de arroz inundadas (kg N_2O–N (kg aporte de N)$^{-1}$).*

FE_2 = *Factor de emisión para emisiones de N_2O de suelos orgánicos drenados/ gestionados (kg N_2O–N ha^{-1} año^{-1}).*

FE_{3PRP} = *Factor de emisión para emisiones de N_2O del N de la orina y el estiércol depositado en pasturas, prados y praderas por animales en pastoreo (kg N_2O–N (kg aporte de N)$^{-1}$).*

Emisiones directas de N_2O de la gestión del estiércol

$$N_2O_{D(mm)} = (\Sigma(\Sigma_T \times Nex_T \times MS_{T,S})\, FE_{3(S)})\, 44/28$$

(Ecuación 10)

Donde:

$N_2O_{D(mm)}$ = *Emisiones directas de N_2O de la gestión del estiércol del país (kg N_2O año^{-1})*

N_T = *Cantidad de cabezas de ganado de la especie o categoría.*

Nex_T = *Promedio anual de excreción de N por cabeza de la especie/categoría T en el país (kg N animal^{-1} año^{-1}).*

$MS_{T,S}$ = *Fracción de la excreción total anual de nitrógeno de cada especie/categoría de ganado T que se gestiona en el sistema de gestión del estiércol S en el país (sin dimensión).*

$FE_{3(S)}$	= Fracción de la excreción total anual de nitrógeno de cada especie/categoría de ganado T que se gestiona en el sistema de gestión del estiércol S en el país (sin dimensión).
S	= Factor de emisión para las emisiones directas de N_2O del sistema de gestión del estiércol S en el país (kg N_2O-N/kg N en el sistema de gestión del estiércol (S)).
T	= Especie/categoría de ganado.
44/28	= Conversión de emisiones de (N_2O-N)(mm) a emisiones de N_2O(mm).

Las emisiones totales de N_2O por gestión del estiércol, se obtienen sumando las cantidades totales de las emisiones generadas por cada categoría de ganado analizada.

Emisiones indirectas de N_2O resultantes de la gestión del estiércol

Para esta estimación, primero se calcula la pérdida de Nitrógeno (N) por volatilización de la gestión del estiércol por categoría de ganado analizada. Siguiendo la siguiente ecuación:

$$N_{volatilización} - M_{MS} = \Sigma [\Sigma [(N_T \times Nex_T \times MS_{(T,S)}) \times (Frac_{Gas\ MS} \times 100)_{(T,S)}]T]$$

(Ecuación 11)

Donde:

$N_{volatilización} - M_{MS}$	= Cantidad de N del estiércol que se pierde debido a la volatilización de NH_3 y NO_x (kg N $animal^{-1}$ $año^{-1}$).
N_T	= Cantidad de cabezas de ganado de la especie o categoría.
Nex_T	= Promedio anual de excreción de N por cabeza de la especie/categoría T en el país (kg N $animal^{-1}$ $año^{-1}$).
$MS_{T,S}$	= Fracción de la excreción total anual de nitrógeno de cada especie/categoría de ganado T, que se gestiona en el sistema de gestión del estiércol S en el país (sin dimensión).
$Frac_{GasMS}$	= Porcentaje de N del estiércol gestionado para la categoría de ganado.
T	= Especie/categoría de ganado.

Emisiones indirectas de N_2O debidas a la volatilización de N de la gestión del estiércol

$$N_2O_{G(mm)} = (N_{volatilización\ -MMS} \times FE_4) \times 44/28$$

(Ecuación 12)

Donde:

$N_2O_{G(mm)}$	= Emisiones indirectas de N_2O debidas a la volatilización de N de la gestión del estiércol del país (kg N_2O $año^{-1}$).

$N_{volatilización}$ - M_{MS}	= Cantidad de N del estiércol que se pierde debido a la volatilización de NH_3 y NO_x (kg N animal^{-1} año^{-1}).
FE_4	= Factor de emisión para emisiones de N_2O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua. (kg N_2O-N (kg NH_3-N + NO_x-N volatilizado)$^{-1}$; el valor por defecto es 0.01 kg N_2O-N (kg NH_3-N + NO_x-N volatilizado)$^{-1.}$
44/28	= Conversión de emisiones de (N_2O-N)(mm) a emisiones de N_2O(mm).

Estimación de CH_4 en el cultivo de arroz

$$CH_{4\ arroz}=\Sigma(FE_{i,j,k} \times t_{i,j,k} \times A_{i,j,k} \times 10^{-6})$$

(Ecuación 13)

Donde:

CH_{4arroz}	= Emisiones anuales de metano producidas por el cultivo del arroz (kt CH_4 año^{-1}).
$FE_{i,j,k}$	= Un factor de emisión diario para las condiciones i,j,k, (kg CH_4 ha^{-1} día^{-1}).
$t_{i,j,k}$	= Período de cultivo del arroz para las condiciones i,j y k, días.
$A_{i,j,k}$	= Superficie de cosecha anual de arroz para las condiciones i,j, y k, ha año$^{-1.}$
i, j, y k	= Representan los diferentes ecosistemas, regímenes hídricos, tipo y cantidad de abonos orgánicos y otras condiciones bajo las cuales pueden variar las emisiones de CH_4 producidas por el arroz.

Emisiones indirectas de N_2O de suelos agrícolas

$$N_2O_{(ATD)}—N =[(F_{SN} \times Frac_{GASF}) + ((F_{ON} + F_{PRP}) \times Frac_{GASM})] \times FE_4$$

(Ecuación 14)

Donde:

$N_2O_{(ATD)}—N$	= Cantidad anual de N_2O-N producida por deposición atmosférica de N volatilizado de suelos gestionados, kg N_2O-N año^{-1}.
F_{SN}	= Cantidad anual de N de fertilizantes sintéticos aplicado a los suelos, kg N año-1.
$Frac_{GASF}$	=Fracción de N de fertilizantes sintéticos que se volatiliza como NH_3 y NO_x (kg N volatilizado (kg de N aplicado)$^{-1}$).
F_{ON}	= Cantidad anual de estiércol animal gestionado, compost, lodos cloacales y otros agregados de N orgánico-aplicada a los suelos (kg N año^{-1}).
F_{PRP}	= Cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada por los animales de pastoreo en pasturas, prados y praderas (kg N año^{-1}).
FE_4	= Factor de emisión para emisiones de N_2O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua. (kg N_2O-N (kg NH_3-N + NO_x-N volatilizado)$^{-1}$; el valor por defecto es 0.01 kg N_2O-N (kg NH_3-N + NO_x-N volatilizado)$^{-1}$

2.7.3.2.4. Datos de actividad

Según las Directrices del IPCC 2006 (2006) para la categoría Ganado, los datos de actividad están referidos al número de cabezas (existencias) de las especies de animales criados para tiro[15] o producción de carne, huevos y leche o que se mantienen con fines de reproducción. En la Tabla 46, se presenta la composición del ganado doméstico de Nicaragua para los años 2000, 2005, 2010 y 2015, así como las estadísticas nacionales sobre consumo de fertilizante urea y el cálculo de áreas quemadas a nivel nacional para el período de tiempo estudiado (2000-2015).

La información censal de cantidad de animales se encuentra disponible de manera pública y oficial en el III y IV Censo Nacional Agropecuario realizados en Nicaragua (INEC, 2001; MAGFOR, 2012). Asimismo, en el VIII Censo de Población y IV de Vivienda (INIDE, 2006), que incluyó información sobre las especies de animales productivas del país. Debido a que la información para la serie temporal no está completa, se han priorizado los datos que corresponden a los quinquenios para realizar la estimación y complementar la información utilizando métodos estadísticos, descritos en el Volumen 1 de las Directrices del IPCC 2006.

Para el análisis del período 2011 a 2015, se utilizó información oficial del MAG. Los años cuya información no se confirmó ni bibliográficamente ni por entrevista con funcionarios del MAG, se calcularon considerando el crecimiento anual del sector, extrapolando las extracciones totales de ganado anuales, procesada por el Banco Central de Nicaragua[16], que maneja estadísticas de las extracciones totales anuales del hato ganadero, que representa entre el 16 al 20% del hato neto. En cuanto a los granos básicos, se utilizaron los datos de las estadísticas del sector real del Banco Central de Nicaragua serie 2000-2015 (BCN, 2016).

Debido a que la información para la serie temporal no está completa, se han priorizado los datos que corresponden a los quinquenios para realizar la estimación y complementar la información utilizando métodos estadísticos descritos en el Volumen 1 de las Directrices del IPCC 2006.

En la Tabla 52, se presentan los datos de actividad para el subsector Agricultura para los quinquenios priorizados.

[15] Animales usados para transporte y tracción.
[16] https://www.bcn.gob.ni/produccion

Tabla 52. Datos de actividad del subsector agricultura

Categoría/Subcategoría	Dato de Actividad	Año					
		2000	2001	2002	2003	2004	2005
3.A.1 - Fermentación entérica 3.A.2 - Manejo de etiércol. 3.C.4 - Emisiones directas de N_2O por manejo de suelo 3.C.6 - Emisiones indirectas de N_2O de la gestión del estiércol	Ganado lechero	621,507	615,587	665,748	695,041	724,333	586,779
	Otro ganado vacuno	1,968,107	2,041,452	2,108,201	2,200,962	2,293,723	1,962,125
	Ovejas/Cabras	48,000	52,293	ND	ND	ND	52,056
	Equinos	300,300	413.780	305,300	315,900	322,000	393,600
	Cerdos	425,000	383,172	448,000	462,000	461,000	370,169
	Aves de corral	4,553,195	5.325,239	5,425,832	5,820,311	6,151,986	6,602,439
3.C.1 - Emisiones por combustión de biomasa (área quemada)	Bosques	17,413	7,298	5,646	118,835	7,062	125,726
	Residuos agrícolas	606,944	584,006	671,414	725,097	533,726	673,109
	Pastizales	238,812	34,453	50,230	167,863	73,521	210,967
3.C.3 - Aplicación de urea	Consumo de Urea	10,000	9,600	36,000	13,435	17,116	23,095
3.C.4 – Emi. dir de N_2O. 3.C.5 – Emi. Ind de N_2O por manejo de suelos	Consumo de fertilizantes nitrogenados	14,200	11,968	35,242	36,704	33,396	36,195
3.C.7 - Cultivo de arroz	Riego	25,776	30,305	34,488	34,807	31,464	39,744
	Secano	70,056	56,520	60,718	61,200	44,568	59,112

Categoría/Subcategoría	Dato de Actividad	Año					
		2006	2007	2008	2009	2010	2011
3.A.1 - Fermentación entérica 3.A.2 - Manejo de estiércol 3.C.4 - Emisiones directas de N_2O por manejo de suelo 3.C.6 - Emisiones indirectas de N_2O de la gestión del estiércol	Ganado lechero	666,062	710,107	791,367	868,058	920,154	994,418
	Otro ganado vacuno	2,109,196	2,248,672	2,505,994	2,748,851	2,913,820	3,142,002
	Ovejas/Cabras	ND	78,000	ND	ND	100,000	100,000
	Equinos	325,000	325,000	325,000	325,000	462,157	325,300
	Cerdos	472,000	473,000	473,000	475,000	480,000	418,485
	Aves de corral	6,776,403	7,748,202	7,537,106	7,597,139	8,772,329	9,051,102
3.C.1 - Emisiones por combustión de biomasa (área quemada)	Bosques	28,099	18,911	48,126	19,942	62,079	39,969
	Residuos agrícolas	556,675	539,368	566,923	564,484	517,081	632,797
	Pastizales	66,394	83,352	127,765	46,645	150,261	84,146
3.C.3 - Aplicación de urea	Consumo de Urea	23,319	30,234	46,199	42,476	30,156	123,940
3.C.4 – Emi. dir de N_2O 3.C.5 – Emi. Ind de N_2O por manejo de suelos	Consumo de fertilizantes nitrogenados	43,173	42,697	35,222	48,589	40,490	43,413
3.C.7 - Cultivo de arroz	Riego	38,952	37,440	39,600	37,837	42,589	41,989
	Secano	51,696	33,120	43,200	29,056	29,318	45,509

Categoría/Subcategoría	Dato de Actividad	Año			
		2012	2013	2014	2015
3.A.1 - Fermentación entérica 3. A.2 - Manejo de estiércol 3. C.4 - Emisiones directas de N_2O por manejo de suelo 3.C.6 - Emisiones indirectas de N_2O de la gestión del estiércol	Ganado lechero	1,044,139	1,096,346	1,151,163	1,311,842
	Otro ganado vacuno	3,299,102	3,464,057	3,637,261	3,886,199
	Ovejas/Cabras	ND	ND	ND	ND
	Equinos	326,000	326,000	326,250	326,403
	Cerdos	495,000	499,064	544,997	595,158
	Aves de corral	9,434,177	9,656,841	10,150,290	10,606,834
3.C.1 - Emisiones por combustión de biomasa (área quemada)	Bosques	13,760	77,685	101,040	39,948
	Residuos agrícolas	627,765	677,421	615,501	556,460
	Pastizales	67,961	135,557	155,799	57,765
3.C.3 - Aplicación de urea	Consumo de Urea	120,803	111,483	119,919	131,910
3.C.4 – Emi. dir de N_2O 3.C.5 – Emi. Ind de N_2O por manejo de suelos	Consumo de fertilizantes nitrogenados	50,422	60,683	58,087	82,339
3.C.7 - Cultivo de arroz	Riego	35,201	54,692	46,080	33,523
	Secano	41,324	12,953	21,844	21,629

ND: No hay datos de actividad disponibles.

Fuente: Elaboración propia.

2.7.3.2.5. Factores de emisión

Las Directrices del IPCC proporcionan un conjunto completo de los factores de emisión por defecto para el subsector Agricultura. A menudo, especificados a nivel regional y/o de subcategoría/subdivisión obtenidos de una revisión exhaustiva de la literatura especializada disponible.

En la Tabla 53, se presentan los FE utilizados para el subsector agricultura por cada tipo de categoría y sus incertidumbres asociadas.

Tabla 53. Factores de emisión sector agrícola

Subcategoría	Gas Evaluado	Factor de Emisión*	Unidad de	Incerti-dumbre	Fuente
3.A.1 Fermentación entérica	CH_4	Factor de emisión por defecto para CH_4 por especie animal.	Kg CH_4 /cabeza	±50%	Cuadro 10.10 y 10. 11 GL 2006-IPCC, Vol. 4
3.A.2 - Manejo de estiércol	CH_4	Factor de emisión por defecto para CH_4 por especie animal y sistema de manejo.	Kg CH_4 /cabeza	± 50%	Cuadro 10.14, 10.15 y 10. 16 GL 2006-IPCC, Vol. 5
	N_2O	Factor de emisión por defecto para N_2O por especie animal y sistema de manejo.	Kg N_2O - N/kg N	± 50%	Cuadro 10.1 GL 2006-IPCC, Vol. 4

Subcategoría	Gas Evaluado	Factor de Emisión*	Unidad de	Incerti-dumbre	Fuente
3.C.1 Emisiones por combustión de biomasa	CH_4	Factor de emisión por defecto para CH_4.	Kg dm quemada	± 20%	Cuadro 2.4, Cuadro 2.5 Cuadro 2.6, GL 2006-IPCC, Vol. 4
	N_2O	Factor de emisión por defecto para N_2O.	Kg dm quemada	± 20%	
3.C.3 - Aplicación de urea	CO_2	Factor de emisión por defecto para CO_2.	Ton C (ton de urea)	± 50%	GL 2006-IPCC, acápite 11.4.2 Vol. 4
3.C.4 - Emisiones directas de N_2O por manejo de suelo	N_2O	Factor de emisión por defecto para N_2O.	Kg N_2O - N/ aplicado	±24%	GL 2006-IPCC, Cuadro 11.1 Vol. 4
3.C.5 - Emisiones indirectas de N_2O por manejo de suelo	N_2O	Factor de emisión por defecto para N_2O.	Kg N_2O - N/ aplicado	±24%	GL 2006-IPCC, Cuadro 11.1 Vol. 4
3.C.6 - Emisiones indirectas de N_2O de la gestión del estiércol	N_2O	Factor de emisión por defecto para N_2O.	kg N_2O - N	±20%	Cuadro 10.23 GL 2006-IPCC, Vol. 4
3.C.7 - Cultivo de arroz	CH_4	Factor de emisión por defecto para CH_4.	kg CH_4 ha-1 day-1	±40%	Cuadro 5.11 GL 2006-IPCC, Vol. 4
3.C.8 - Quema en el campo de residuos agrícolas	CH_4	Factor de emisión por defecto para CH_4.	Kg dm quemada	±20%	Cuadro 2.4, Cuadro 2.5 Cuadro 2.6, GL 2006-IPCC, Vol. 4
	N_2O	Factor de emisión por defecto para N_2O.	Kg dm quemada	±50%	

**Nota: Debido a que se utiliza el factor de emisión, más los factores de corrección de metano para el cálculo, se ha dejado señalado la fuente especifica en las guías de donde se obtuvo la información.*

Fuente: Elaboración propia con base a las Directrices IPCC, 2006.

2.7.3.2.6. Resultado de la estimación de emisiones

El resultado de las emisiones de GEI procedentes del subsector Agricultura para cada uno de los años evaluados de la serie temporal 2000 – 2015, se presenta en la Tabla 54. Para el año 2015, las emisiones de CH_4 representa el 46.54%, el CO 37.57%, el CO_2 13.28%; el N_2O con el 1.55% y el NOx el 1.06%.

Tabla 54. Emisiones por tipo de gas subsector Agricultura

Año	Emisiones (Gg)				
	CO_2	CH_4	N_2O	NOx	CO
2000	7.33	184.95	6.47	19.44	482.93
2001	7.04	183.22	6.32	7.92	284.82
2002	26.40	191.42	7.06	9.21	329.27
2003	9.85	200.51	6.82	10.98	372.86
2004	12.55	203.79	7.55	7.58	266.04

Año	Emisiones (Gg)				
	CO_2	CH_4	N_2O	NOx	CO
2005	16.94	180.11	6.12	10.75	355.35
2006	17.10	190.71	6.56	7.81	275.86
2007	22.17	201.71	7.77	7.85	272.06
2008	33.88	223.12	7.50	8.81	295.17
2009	31.15	241.40	8.11	7.90	279.37
2010	22.11	257.49	8.57	8.50	277.00
2011	90.89	276.18	9.20	9.17	318.38
2012	88.59	286.82	9.79	8.84	311.56
2013	81.75	303.35	10.32	10.08	345.29
2014	87.94	315.66	9.78	9.54	320.10
2015	96.73	339.15	11.32	7.69	273.80

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 66, se observan las emisiones por tipo de gas para todo el período evaluado con una tendencia ascendente debido al crecimiento registrado en el sector. Para los años 2005, 2010 y 2015, se observa un aumento sostenido de las emisiones de todos los gases, lo cual es coherente con el crecimiento y desarrollo del sector agropecuario del país.

En el período 2010-2015, se evidencia el dinamismo y crecimiento sostenido de la economía nicaragüense, reflejado en el crecimiento del PIB de un 5.2% en promedio. Los sectores con mayor crecimiento en el período de análisis son: pecuario (12.7%), pesca y acuicultura (10.0%) y agricultura (10.0%). El sector agropecuario tiene una participación del 30 % de las exportaciones netas y del 18 % del PIB del país.

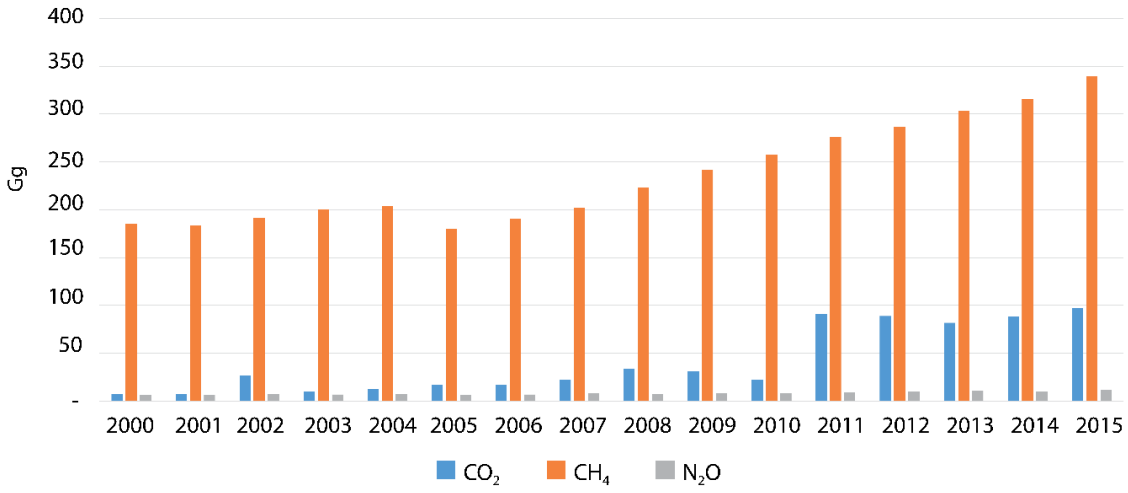


Figura 66. Emisiones por tipo de gases

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta los resultados de las emisiones de GEI para cada una de las categorías del subsector para el año del inventario 2015. La categoría con mayor participación de los GEI corresponde a Ganado en la subcategoría Fermentación entérica. Con menor porcentaje se encuentra la categoría Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO_2 en la tierra (Tabla 55).

Tabla 55. Emisiones del subsector Agricultura para el año de inventario 2015

Categorías	Emisiones (Gg)					
	CO_2	CH_4	N_2O	NO_x	CO	COVDM
Agricultura	**96.73**	**339.15**	**11.33**	**7.69**	**273.80**	**NO**
3A. Ganado		**325.20**	**0.14**	**NE**	**NO**	**NO**
3A1. Fermentación entérica		316.88		NE	NO	NO
3A2. Gestión del estiércol		8.32	0.14	NE	NO	NO
3C. Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO_2 en la tierra	**96.73**	**13.95**	**11.19**	**7.69**	**273.80**	**NO**
3C1. Quemado de biomasa		8.08	0.23	7.69	273.80	NO
3C2. Encalado	NO			NO	NO	NO
3C3. Fertilización con urea	96.73			NO	NO	NO
3C4. Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados			8.93	NO	NO	NO
3C5. Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados			1.98	NO	NO	NO
3C6. Emisiones indirectas de N_2O resultantes de la gestión del estiércol			0.05	NO	NO	NO
3C7. Cultivo del arroz		5.87		NO	NO	NO
3C8. Otros (sírvase especificar)				NO	NO	NO
3D Otros	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
3D1. Productos de madera recolectada	NE			NE	NE	NE
3D2. Otros (sírvase especificar)				NE	NE	NE

NO: No existe.
NE: No estimado.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 56, se presentan las emisiones en términos de porcentaje en relación con la emisión total por tipo de gas. En la subcategoría de Fermentación entérica, se observa que el CH_4 es el que presenta mayor porcentaje. En el caso del N_2O, la subcategoría Quema de biomasa de la categoría Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO_2 en la tierra, es la que emite este gas.

Tabla 56. Peso porcentual por tipo de gas (2015)

Categorías/subcategorías	2015	
	CH_4	N_2O
3A Ganado	**95.90%**	
3A1. Fermentación entérica	93.40%	-
3A2. Gestión del estiércol	2.50%	1.20%
3C. Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO_2 en la tierra	**4.10%**	**98.80%**
3C1. Quemado de biomasa	2.40%	2.00%
3C7. Cultivo del arroz	1.70%	

Fuente: Elaboración propia.

2.7.3.2.7. Realización de nuevos cálculos

Se realizó una comparación de los resultados de las emisiones del cuarto INGEI con los resultados de las emisiones del tercer INGEI. Ambos inventarios fueron realizados tomando como base las Directrices del IPCC 2006. Las diferencias identificadas entre los resultados de los inventarios se presentan en la Tabla 57.

En el caso de las emisiones de CO_2, se identificó que en el tercer INGEI los datos correspondientes a urea se estimaron a partir del consumo por tipo de cultivo. Para el cuarto INGEI, se utilizaron las estadísticas del BCN y FAOSTAT para determinar la cantidad de urea importada. Debido a que en el país no se produce este fertilizante, la cantidad que se utilizó no puede ser mayor a la importada a nivel nacional.

Debido a lo anterior, se procedió a corregir los DA por los de FAOSTAT, para los años del 2000 al 2003 y para el resto del período, los datos del BCN.

En el caso de las emisiones de CH_4 y N_2O, se identificaron diferencias entre los DA utilizados para los cálculos del tercer INGEI, esto se debió principalmente a que los datos utilizados (en algunos casos) eran preliminares o estimados basados en tendencias.

Tabla 57. Comparación entre inventarios del subsector Agricultura (Gg CO_2-eq)

Inventario	Emisiones (Gg CO_2-eq)		
	2000	2005	2010
Tercero	5,027.75	5,105.49	8,139.56
Cuarto	5,898.16	6,082.82	8,159.04
Diferencia	**870.41**	**977.33**	**19.48**
Diferencia en %	**17.31**	**19.14**	**0.24**

Fuente: Elaboración propia.

2.7.3.3. Subsector Uso de la Tierra, Cambios de Uso de la Tierra y Silvicultura

2.7.3.3.1. Panorámica del subsector

Este subsector es el único del inventario que genera absorciones de GEI. Las emisiones son generadas por los cambios entre categorías de uso del suelo con mayor densidad de carbono, hacia una con menor densidad. Durante el proceso de cálculo, se realiza un balance de ganancias y pérdidas de cobertura para todas las categorías de uso.

Para el año 2015, el uso del suelo se distribuía de la siguiente forma: 48.6% en uso agropecuario (cultivos anuales, cultivos permanentes y pastos); el 29.10% por bosque (latifoliado, pino, mangle y palma); 8.12% por vegetación secundaria (tacotales) y el 14.16% corresponde a otros usos (humedales, centros poblados, tierras sujetas a inundación, agua y suelo sin vegetación) (Figura 67 y Tabla 58).

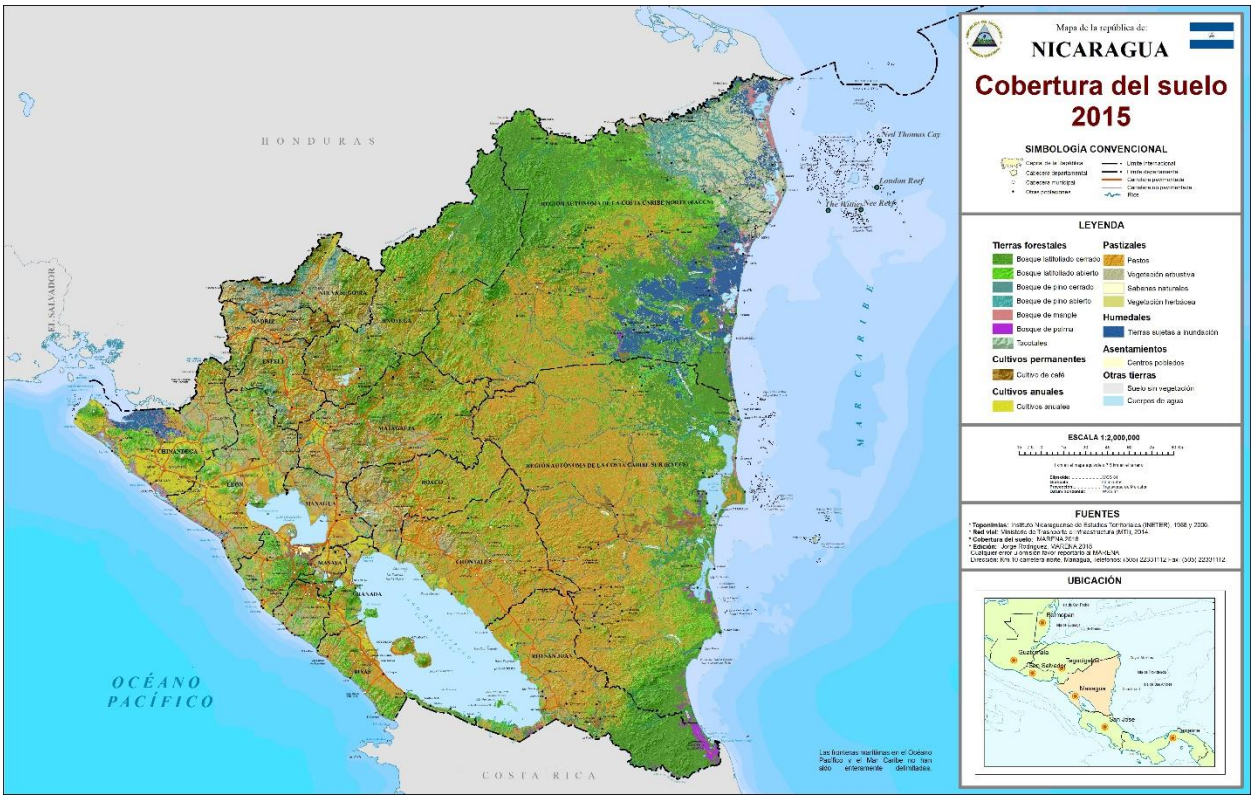


Figura 67. Cobertura del suelo para el año 2015

Fuente: MARENA, 2018a.

Durante el período 2000 – 2015, Nicaragua experimentó cambios considerables en la cobertura y uso de suelo (Figura 67 y Figura 68):

- Aumento del uso agropecuario, manteniendo un crecimiento continuo. Pasó de un 42.48% en el 2000 a un 48.63% en el 2015.
- Disminución de la cobertura de bosque, durante todo el período sufrió una reducción de área. Pasó de un 40.20% en el 2000 a un 29.10% en el 2015.
- Aumento de la vegetación secundaria, manteniendo un crecimiento continuo. Pasó de un 4.75% en el 2000 a un 8.12% en el 2015.
- Aumento en otros usos, manteniendo un crecimiento continuo. Pasó de un 12.57% en el 2000 a un 14.16% en el 2015. En estos estratos de uso del suelo, la dinámica de cambio es baja.

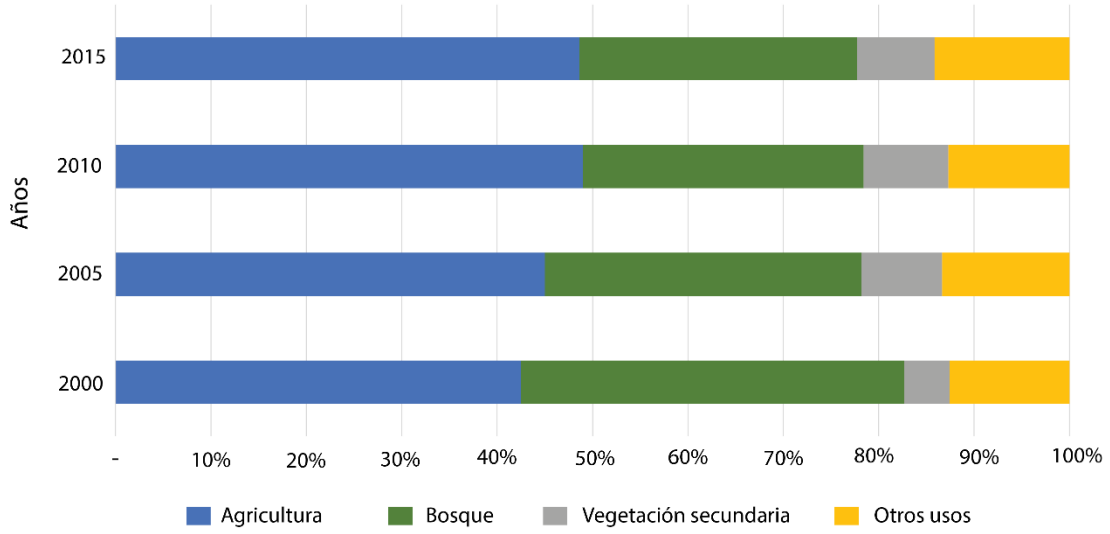


Figura 68. Cambios históricos en el peso de las categorías de uso de suelo

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 58. Uso del suelo histórico 2000 – 2015

Uso del suelo	Años / ha			
	2000	2005	2010	2015
Agropecuario	5,502,589.69	5,829,675.98	6,343,698.61	6,298,601.40
Bosque	5,206,252.17	4,301,518.51	3,813,077.56	3,768,707.43
Vegetación secundaria	614,731.92	1,092,008.58	1,152,043.20	1,051,168.48
Otros usos	1,628,529.68	1,728,900.39	1,643,284.09	1,833,626.15
Total	**12,952,103.46**	**12,952,103.46**	**12,952,103.46**	**12,952,103.46**

Fuente: Elaboración propia.

Dinámica de la deforestación histórica

Nicaragua cuenta con una extensa cobertura en bosques naturales (3.7 millones de ha) que lo convierte en el cuarto país de Centro América con mayor área de bosques[17], y por ende, con potenciales condiciones para incentivar su desarrollo a partir de su patrimonio forestal. Los bosques están distribuidos en 3 principales regiones fisiográficas del país. Según el mapa de uso del suelo 2015, se encuentran en mayor proporción en la región de la Costa Caribe con un 82% y un 12% en las regiones del Pacífico y Centro – Norte.

Según la ENDE REDD+ - MARENA (2017b), las principales causas directas de la deforestación en el país son la expansión de la frontera agrícola y la ganadería extensiva. Estas causas son impulsadas por factores tecnológicos y económicos (mercados; incentivos; tecnologías, costos de producción y consumo), factores políticos e institucionales (políticas sectoriales y territoriales; presencia institucional y condiciones sociales); factores culturales (visión del bosque; arraigo, prácticas ancestrales y educación); factores demográficos (crecimiento de la población, migración); factores biofísicos (pendiente, clima, suelos, yacimientos, oferta hídrica, presencia de maderas finas, accesibilidad).

Dinámica de recuperación de cobertura forestal

De acuerdo con los mapas nacionales de cobertura de suelo de Nicaragua, durante el período 2005 - 2015, se identifica una significativa recuperación de la cobertura vegetal. Se estima que anualmente se restauran 50 mil hectáreas mediante el manejo de la regeneración natural, los cuales ocurren en las Regiones Pacífico y Centro Norte del país (Figura 69). Según el Programa de la Cruzada Nacional de Reforestación, hasta el año 2015, se ha logrado la producción de 87,722,654 plantas forestales de especies diversas y el establecimiento de 161,177.95 ha de plantaciones entre Sistemas Agroforestales (SAF) y compactas (INAFOR, 2016).

[17] Evaluación de recursos forestales mundiales – FRA / FAO

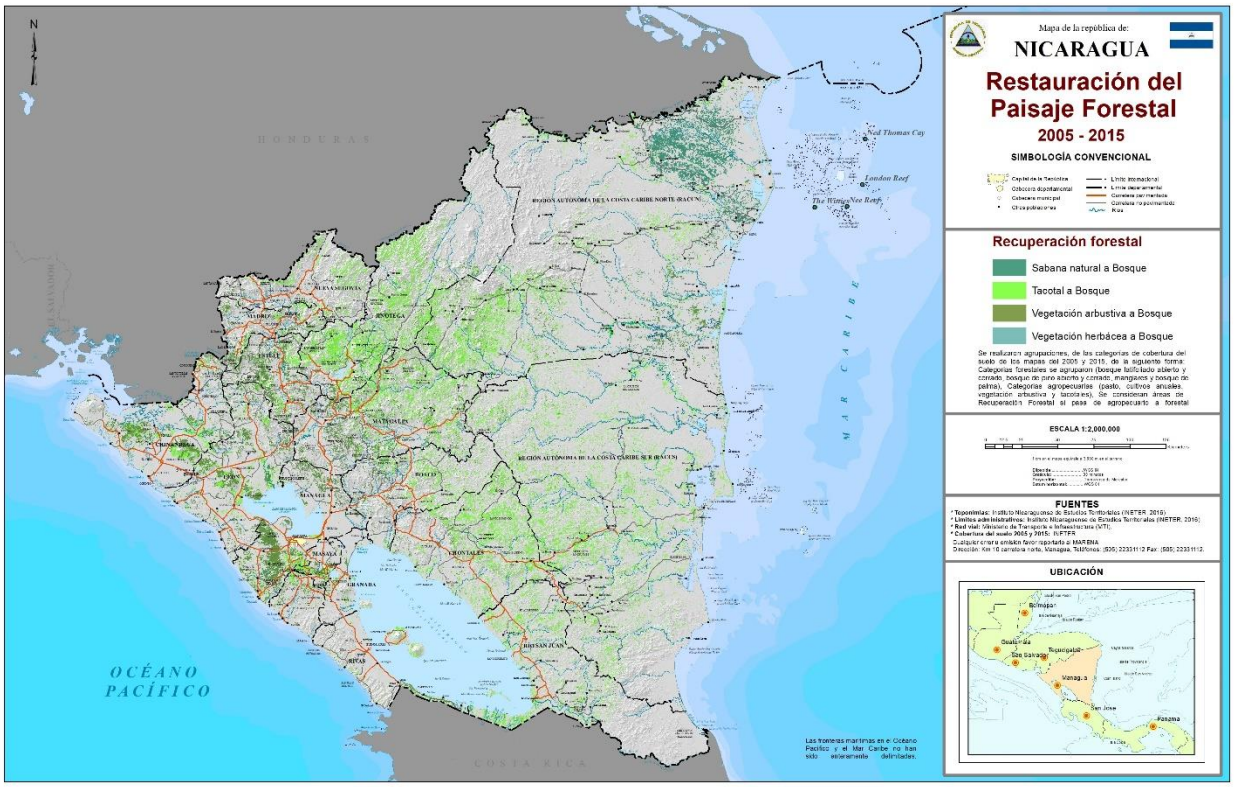


Figura 69. Recuperación de cobertura forestal para el período 2005 – 2015

Fuente: MARENA, 2018a.

2.7.3.3.2. Análisis de categoría/fuente de emisión

La Tabla 59, presenta la lista de las 6 categorías de uso de suelo orientadas por el IPCC, que serán consideradas en la estimación de emisiones y absorciones de GEI en este subsector.

Tabla 59. Categorías del subsector UTCUTS aplicables en Nicaragua y gases incluidos

Categoría	Clave	Definición	Explicación	Gases		
				CO_2	CH_4	N_2O
3B. Tierras						
3.B.1. Tierras forestales	IN	Incluida	Datos disponibles	✓		
3.B.1.a. Tierras forestales que permanecen como tales	IN	Incluida	Datos disponibles	✓		
3.B.1.b. Tierras convertidas en tierras forestales	IN	Incluida	Datos disponibles	✓		
3.B.2. Tierras de cultivos	IN	Incluida	Datos disponibles	✓		
3.B.2.a. Tierras de cultivos que permanecen como tales	IN	Incluida	Datos disponibles	✓		

Categoría	Clave	Definición	Explicación	Gases		
				CO_2	CH_4	N_2O
3.B.2.b. Tierras convertidas en tierras de cultivos	IN	Incluida	Datos disponibles	✓		
3.B.3. Pastizales	IN	Incluida	Datos disponibles	✓		
3.B.3.a. Pastizales que permanecen como tales	IN	Incluida	Datos disponibles	✓		
3.B.3.b. Tierras convertidas en pastizales	IN	Incluida	Datos disponibles	✓		
3.B.4. Humedales	IN	Incluida	Datos disponibles	✓		
3.B.4.a. Humedales que permanecen como tales	IN	Incluida	Datos disponibles	✓		
3.B.4.b. Tierras convertidas en humedales	IN	Incluida	Datos disponibles	✓		
3.B.5. Asentamientos	IN	Incluida	Datos disponibles	✓		
3.B.5.a. Asentamientos que permanecen como tales.	IN	Incluida	Datos disponibles	✓		
3.B.5.b. Tierras convertidas en asentamientos	IN	Incluida	Datos disponibles	✓		
3.B.6 Otras tierras	IN	Incluida	Datos disponibles	✓		
3.B.6.a. Otras tierras que permanecen como tales	IN	Incluida	Datos disponibles	✓		
3.B.6.b. Tierras convertidas en otras tierras	IN	Incluida	Datos disponibles	✓		

Fuente: Elaboración propia sobre las bases de las Directrices IPCC, 2006.

Se realizó un análisis de la información disponible en el país para homologar las categorías de los mapas de cobertura y uso del suelo elaborados por INETER con los NREF-N elaborados por el MARENA y las categorías de uso de la tierra definidas en las Directrices del IPCC 2006.

Esto se realizó utilizando la conceptualización de cada una de las categorías descritas en las Directrices IPCC 2006 y las utilizadas para la elaboración de los mapas de cobertura y uso de suelo nacionales. Esto contribuye en identificar la correspondencia y la coherencia entre las categorías y, posteriormente, obtener la clasificación de las clases de uso de la tierra según el IPCC 2006. Luego, se agruparon las categorías de los mapas de cobertura y uso del suelo del INETER, obteniéndose una clasificación homologada (Tabla 60).

Tabla 60. Conceptualización de categorías de uso de suelo

Categorías de uso de la tierra	Definiciones de coberturas de suelo de Nicaragua
Tierras forestales	Área continua igual o mayor a 1 ha, con una cubierta arbórea igual o mayor al 30%, y una altura promedio del árbol mayor de 4 metros. Esta definición incluye ecosistemas de bambú, manglares, palmas naturales, bosques secos, vegetación ribereña y cultivos permanentes con árboles de sombra
Tierras de cultivos	Todas las áreas de cultivo, labranza y sistemas agroforestales sin que estas pasen el umbral de bosque.
Pastizales	Comprende los pastizales naturales o vegetación que no tiene tallos leñosos sin copa definida, tierra de pastoreo manejada y sin manejo evidente. Así como áreas con cubierta mixta de arbustos, lianas y matorrales con presencia de árboles y copas que cubren del 10 % a menos del 30% de la superficie del suelo. Además de áreas de barbecho o descanso del sistema de subsistencia de corta y quema de la vegetación para cultivo.
Humedales	Comprende las tierras sujetas a inundación o tierras saturadas de agua durante la totalidad o parte del año.
Asentamientos	Esta categoría comprende tierras humanizadas de cualquier tamaño o con infraestructura de transporte.
Otras tierras.	Comprende las tierras de suelo desnudo o sin vegetación, sitios rocosos y cuerpos de agua, así como todas las áreas que no entran en ninguna de las demás categorías.

Fuente: Elaboración propia sobre las bases de las Directrices IPCC, 2006.

A partir de la conceptualización, se homologó el resultado con las categorías de cambio definidas en los NREF-N; tal como se presenta en la Tabla 61.

Tabla 61. Homologación de categorías y subcategorías del subsector UTCUTS

IPCC	Clases nacionales (INETER)	NREF-N
Tierras forestales	Bosque latifoliado cerrado	Bosque latifoliado con 70% de cobertura húmedo y seco
	Bosque latifoliado abierto	Bosque latifoliado con 30-69% de cobertura húmedo y seco
	Manglar	
	Bosque de palma	
	Bosque de pino cerrado	Bosque de pino con 70% de cobertura húmedo y seco
	Bosque de pino abierto	Bosque de pino con 30-69% de cobertura húmedo y seco
	Cultivos perennes con sombra	Cultivos con >30% de sombra
	Tacotal	Vegetación leñosa
Pastizales	Pasto	Vegetación no leñosa

IPCC	Clases nacionales (INETER)	NREF-N
	Sabana natural	
	Vegetación arbustiva	
	Vegetación herbácea	
Tierras de cultivo	Cultivos anuales	
	Cultivos perennes	
Humedales	Tierras sujetas a inundación	
Asentamientos	Centros poblados	
Otras tierras	Suelo sin vegetación	No contemplada

Fuente: Elaboración propia.

2.7.3.3.3. Descripción del método a ser utilizado

Las emisiones y absorciones de GEI fueron estimadas aplicando el método de Nivel 1 y el método de Nivel 2, se utilizaron datos de actividad generados por el INETER, quien es la institución nacional encargada de generar y validar los mapas de cobertura y uso del suelo de Nicaragua para los años 2000, 2005, 2010 y 2015.

Para la preparación de los datos de actividad, se utilizó el enfoque 3 denominado “Datos de conversión del uso de la tierra explícitos en el espacio”, con el método cartográfico de pared a pared, utilizando técnicas de teledetección y sistemas de información geográfico con la finalidad de evaluar las transiciones de cambio de uso entre categorías para los períodos 2000-2005, 2000-2010 y 2000-2015.

Los FE y FR utilizados para las tierras forestales y sus transiciones a otros usos provienen de los NREF-N (Nivel 2). En el caso de las categorías de Pastizales, Tierras de cultivo, Humedales, Asentamientos y Otras tierras, se utilizaron los factores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

En la selección del método de estimación de las emisiones se tomó en consideración los depósitos de carbono para los cuales existe información en el país (Tabla 62).

Tabla 62. Depósitos de carbono incluidos en el inventario de Nicaragua

Depósitos de Carbono	Incluido	Justificación
Biomasa aérea	Sí	La biomasa aérea es el sumidero principal incluido en el nivel de referencia y representa aproximadamente el 80% de las emisiones forestales.
Biomasa subterránea	Sí	La biomasa subterránea de los bosques y la vegetación secundaria joven ("tacotales") se calcularon utilizando la ecuación de Cairns et al (1997).
Hojarasca	No	Los estudios actuales realizados en Nicaragua no contienen la información requerida, para realizar las estimaciones de carbono en estos reservorios.
Madera muerta	No	
Materia orgánica del suelo	No	

Fuente: Niveles de Referencia de las Emisiones Forestales de Nicaragua (MARENA, 2020).

Para la estimación de las emisiones, se utilizó el método de pérdidas y ganancias, el cual contempla todos los cambios anuales en las existencias de carbono de la biomasa aérea y subterránea; a continuación, se presentan las fórmulas utilizadas por categoría y transición (IPCC, 2006).

Cambios en las existencias anuales de carbono para todo el subsector UTCUTS estimadas como la suma de los cambios en todas las categorías de uso de la tierra.

$$\Delta C_{AFOLU} = \Delta C_{TF} + \Delta C_{TC} + \Delta C_{P} + \Delta C_{H} + \Delta C_{AS} + \Delta C_{OT}$$

(Ecuación 15)

El cambio anual de existencias viene dado por la fórmula de cambio anual de las existencias de carbono en biomasa en tierras que permanecen en una categoría en particular de uso de la tierra (método de pérdidas y ganancias), para cada una de las categorías y sus transiciones (IPCC, 2006):

$$\Delta C_{B} = \Delta C_{G} - \Delta C_{L}$$

(Ecuación 16)

Donde:

ΔC_{B} = *Cambio anual en las existencias de carbono en la biomasa (aérea y subterránea), considerando la superficie total (t C año^{-1}).*

ΔC_{G} = *Incremento anual de las existencias de carbono debido al crecimiento de la biomasa considerando la superficie total (t C año^{-1}).*

ΔC_{L} = *Reducción anual de las existencias de carbono debida a la pérdida de biomasa considerando la superficie total (t C año^{-1}).*

Incremento anual de existencias de carbono en biomasa crecimiento de la biomasa viva (aérea y subterránea) en tierras que permanecen en la misma categoría de Uso de la Tierra.

$$\Delta C_G = \Sigma(A_{i,j} \times G_{TOTALi,j} \times C_{Fi,j})$$

(Ecuación 17)

Donde:

ΔC_G	= *Incremento anual de las existencias de C en la biomasa debido al crecimiento de la biomasa en tierras que permanecen en la misma categoría de uso, por tipo de vegetación y zona climática (t C año^{-1})*
A	= *Superficie que permanece en la misma categoría de Uso de la Tierra (ha).*
C_{TOTAL}	= *Crecimiento medio anual de la biomasa (t materia seca ha^{-1} año^{-1}).*
i	= *Zona ecológica i (i = 1 an).*
j	= *Dominio climático j (j = 1 am).*
C_F	= *Fracción de C de materia seca, t C (t d.m)$^{-1.}$*

Reducción anual de las existencias de carbono en biomasa en tierras que permanecen en la misma categoría de uso de la tierra

$$\Delta C_L = L_{remoción-bosques} + L_{madera-combustible} + L_{perturbación}$$

(Ecuación 18)

Donde:

ΔC_L	= *Reducción anual de las existencias de C debida a la pérdida de biomasa en tierras que permanecen en la misma categoría de LU. (t C año^{-1}).*
$L_{remoción-bosques}$	= *Pérdida anual de C debida a la remoción de bosques. (t C año^{-1}).*
$L_{madera-combustible}$	= *Pérdida anual de C en la biomasa debida a remoción de madera combustible (t C año^{-1}).*
$L_{perturbación}$	= *Pérdidas anuales de C en la biomasa debidas a perturbaciones (t C año^{-1}).*

Cambio anual en las existencias de carbono en biomasas en tierras convertidas a otra categoría de uso de la tierra

$$\Delta C_B = \Delta C_G + \Delta C_{CONVERSIÓN} - \Delta C_L$$

(Ecuación 19)

Donde:

ΔC_B = *Cambio anual en las existencias de carbono en la biomasa (aérea y subterránea), considerando la superficie total (t C año^{-1}).*

ΔC_G = *Incremento anual de las existencias de carbono debido al crecimiento de la biomasa considerando la superficie total (t C año^{-1}).*

$\Delta C_{CONVERSIÓN}$ = *Cambio inicial en las existencias de C de la biomasa en tierras convertidas a otra categoría de LU, en t C año^{-1} (t C año^{-1}).*

ΔC_L = *Reducción anual de las existencias de carbono debida a la pérdida de biomasa considerando la superficie total (t C año^{-1}).*

Estimaciones de Tendencias de Emisiones/ Absorciones Mediante Parámetros Sustitutos

Las emisiones del año 2000 fueron estimadas utilizando datos sustitutos para vincular las emisiones o absorciones con actividades subyacentes. Se utilizó el método de datos sustitutos descrito en las Directrices del IPCC 2006. Para esta estimación se utilizaron los datos del mapa de cobertura y uso del suelo de INETER del año 2000 y del 2005 para aplicar la siguiente ecuación:

$$Y_0 = y_t \times (s_0 / s_t)$$

(Ecuación 20)

Donde:

y = *Estimación de emisiones/absorciones en los años 0 y .t*

s = *Parámetro estadístico sustituto en los años 0 y t.*

Estimaciones de Emisiones Interpolada

Debido a que los mapas de cobertura y uso de la tierra del país se elaboraron para los años 2000, 2005, 2010 y 2015, la serie temporal completa se estimó utilizando el método de interpolación a través de las estimaciones detalladas, realizadas para los años 2005, 2010 y 2015, siguiendo las orientaciones descritas en las Directrices del IPCC 2006.

$$Y_t = Y_s + ((T_t - T_s)/(T_e - T_s)) \times (Y_e - Y_s)$$

(Ecuación 21)

Donde:

Y_t = *Estimación de emisiones interpolada.*

Y_s = *Emisiones del año de inicio.*

Y_e = *Emisiones del año final a interpolar.*

T_t = *Año a interpolar.*

T_s = *Año de inicio de la interpolación.*

T_e = *Año final a interpolar.*

2.7.3.3.4. Datos de actividad

El subsector UTCUTS, se refiere al uso y gestión de la tierra para el desarrollo de actividades antropogénicas que ejercen una influencia directa sobre gran diversidad de procesos de los ecosistemas, afectando los ciclos (flujos) naturales de los GEI en la atmósfera.

Las emisiones y absorciones de GEI en este subsector se producen en las denominadas "Tierras gestionadas" que son aquellas en las que hay intervención humana, por lo tanto, se desarrollan prácticas productivas, ecológicas, económicas y/o sociales.

Por esta razón, para obtener los DA, se realizó un proceso de estimación de las superficies de los usos de la tierra y cambios de uso de la tierra, en función del enfoque 3. En la Tabla 63, se presentan las fuentes de información utilizadas sobre la cual se implementó el método de representación de la superficie de uso de la tierra.

Tabla 63. Fuentes de información de las superficies de la tierra del subsector UTCUTS

Fuente de Información	Descripción y fuente
Limites Oficiales de Nicaragua (actualización 2016)	Capa cartográfica formato Shapefile que contiene los límites oficiales utilizados en la cartografía nacional actualizado por INETER en el año 2016.
Mapa de uso del suelo 2000	Mapa originalmente elaborado por MAGFOR utilizando imágenes de satélite Landsat georreferenciadas a un mapa base a escala 1:250,000 con 14 clases de uso y cobertura del suelo, con una validez temática del 81.31%. MARENA realizó la homogenización a 17 clases y agregó los polígonos de cultivos anuales, cultivos permanentes y algunas zonas de bosque de pino abierto del mapa original los convirtieron a sabanas naturales de acuerdo con la experiencia del especialista. La edición del INETER en 2017 lo llevó al mejoramiento cartográfico y temático de límites fronterizos y líneas costeras marítimas y lacustres, así como islas del Lago de Managua, Lago de Nicaragua, Océano Pacífico y Mar Caribe. INETER realizó una comprobación de la validez temática y dio resultados similares a la original.

Fuente de Información	Descripción y fuente
Mapa de uso del suelo 2005	Mapa originalmente elaborado por la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ, por sus siglas en alemán) regional Centroamérica, utilizando imágenes de satélite Landsat, georeferenciadas a un mapa base a escala desconocida, con 22 clases de uso y cobertura del suelo, con una validez temática desconocida. MARENA realizó la homogenización a 17 clases y actualizó los polígonos de cultivos anuales, cultivos permanentes, agrupó algunas clases de uso y otras las renombró, de acuerdo con la experiencia del especialista. La edición del INETER, lo llevó al mejoramiento cartográfico y temático de límites fronterizos y líneas costeras marítimas y lacustres, así como islas del Lago de Managua, Lago de Nicaragua, Océano Pacífico y Mar Caribe. El INETER realizó la validez temática dando como resultado 85.8%, utilizando 1,186 puntos distribuidos proporcionalmente al tamaño de cada clase y espacialmente al azar.
Mapa de uso del suelo 2010	Mapa originalmente elaborado por GIZ regional Centroamérica utilizando imágenes de satélite Landsat georreferenciadas a un mapa base a escala desconocida con 22 clases de uso y cobertura del suelo con una validez temática desconocida. MARENA realizó la homogenización a 17 clases y actualizó los polígonos de cultivos anuales, cultivos permanentes, agrupó algunas clases de uso y otras las renombró, de acuerdo con la experiencia del especialista. La edición del INETER, lo llevó al mejoramiento cartográfico y temático de límites fronterizos y líneas costeras marítimas y lacustres, así como islas del Lago de Managua, Lago de Nicaragua, Océano Pacífico y Mar Caribe. El INETER realizó la validez temática dando como resultado 84.3%, basado en una distribución de puntos de control (1,186) que fueron distribuidos proporcionalmente según la superficie por categoría de cobertura de uso.
Mapa de uso del suelo 2015	Mapa originalmente elaborado por GIZ regional Centroamérica utilizando imágenes de satélite Landsat georreferenciadas a un mapa base a escala desconocida con 22 clases de uso y cobertura del suelo con una validez temática desconocida. MARENA realizó la homogenización a 17 clases y actualizó los polígonos de cultivos anuales, cultivos permanentes, agrupó algunas clases de uso y otras las renombró, de acuerdo con la experiencia del especialista.

Fuente de Información	Descripción y fuente
Mapa de uso del suelo 2015	La edición del INETER, lo llevó al mejoramiento cartográfico y temático de límites fronterizos y líneas costeras marítimas y lacustres, así como islas del Lago de Managua, Lago de Nicaragua, Océano Pacífico y Mar Caribe. INETER realizó la validez temática, dando como resultado 86.9%, utilizando 1,180 puntos distribuidos proporcionalmente al tamaño de cada clase y espacialmente al azar.
Línea de Base (Punto de Control) Precipitación Media Anual al 2010	Estos mapas han sido elaborados a partir de modelos regionales obtenidos del experimento CMIP5 (Coupled Model IntercomParíson del World Climate Research Programme WCRP) y la climatología del Atlas de Nicaragua 1971-2000. La elaboración del producto ha estado a cargo de la Dirección General de Meteorología del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER y MARENA, 2016).
Mapa de áreas protegidas de Nicaragua	Este mapa fue proporcionado por el MARENA actualizado al 2017 (MARENA, 2017).

Fuente: Elaboración propia.

Para cada año (2000, 2005, 2010 y 2015), se identificaron las tierras no gestionadas a nivel nacional. Se realizó un análisis cartográfico de las áreas protegidas de Nicaragua y el grado de intervención humana a los cuales están sometidas, usando como parámetros principales: inexistencia de centros poblados y de actividad socioeconomicas en el área núcleo, áreas protegidas con caminos de penetración a menos de 5 km del área núcleo y pendientes de más de 15%.

Como resultado del procesamiento, se identificó que dos áreas protegidas cumplen parcialmente con las premisas, la Reserva Biosfera de Bosawas en un 68% y la Reserva Indio Maíz en un 43%. Estas áreas se consideraron bajo la categoría de Bosque no gestionado y se informaron en la categoría de Otras tierras, tal como lo estipulan las Directrices del IPCC 2006.

La Tabla 64, muestra la distribución en hectáreas de los usos de la tierra en función de los resultados de la homologación entre los mapas de cobertura y uso actual del suelo de INETER, los NREF- N y las categorías del IPCC.

Tabla 64. Distribución de los usos de la tierra en función de los resultados de la homologación (ha)

NREF	CATEGORÍAS IPCC	SUBCATEGORÍAS	Años / ha			
			2000	2005	2010	2015
TIERRAS FORESTALES (Clasificación climática húmedo y seco)	**Tierras forestales**	Tierras forestales (Bl-bosque latifoliado >70%	2,750,788.85	2,319,620.81	1,989,680.71	1,865,731.52
		Tierras forestales (Bl-bosque latifoliado 30-69%)	2,012,024.76	1,575,065.33	1,444,578.58	1,442,095.18
		Tierras forestales (Bl-bosque latifoliado >70%)	32,039.57	30,656.10	23,690.82	52,111.77
		Tierras forestales (Bl-bosque latifoliado 30-69%)	59,140.30	58,001.60	62,995.93	55,876.55
		Tierras forestales (Bp-bosque de pino >70%)	136,203.68	67,743.40	50,859.78	99,596.49
		Tierras forestales (Bp-bosque de pino 30-69%)	170,155.32	197,111.69	184,108.96	162,648.00
		Tierras de cultivo perenne con sombra	45,899.66	53,319.56	57,162.80	90,647.89
		Otras tierras forestales	614,731.91	1,092,008.60	1,152,043.21	1,051,168.47
Vegetación no leñosa	**Tierras de cultivo**	Tierras de cultivo anual	431,001.77	479,024.46	511,051.35	502,462.53
		Tierras de cultivo perenne	74,362.27	85,683.98	76,420.84	140,878.07
	Pastizales	Pastizales	4,997,225.67	5,264,967.55	5,756,226.42	5,655,260.82
	Humedales	Humedales	152,859.40	260,092.38	139,174.03	372,805.48
	Asentamientos	Asentamientos	42,484.74	38,292.32	72,445.84	75,666.98
No contemplada	**Otras tierras**	Otras tierras	1,183,350.39	1,180,680.51	1,181,828.73	1,155,364.62
		Otras tierras (Bgn)	249,835.17	249,835.17	249,835.46	229,789.09
TOTAL			**12,952,103.46**	**12,952,103.46**	**12,952,103.46**	**12,952,103.46**

Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo con el procedimiento presentado en las Directrices IPCC 2006, se procedió a elaborar un modelo de clasificación para las regiones climáticas por defecto[18]. Para esto, se utilizaron los mapas de Línea de Base (Punto de Control) Precipitación y Temperatura Media Anual al 2010, con esto se clasificó el país en Clima Seco (Dry) y Húmedo (Wet). A partir de lo anterior, se elaboró una clasificación de las tierras forestales que relaciona directamente los factores de emisión-remoción desarrollados para el NREF-N.

El procesamiento de las áreas por categoría de uso de la tierra, consistió en realizar una intersección con los tipos de clima por defecto para los períodos analizados, tomándose como año base el 2000. Luego, se evaluó el cambio de uso de suelo para el período comprendido entre el año 2000 y el 2005; 2000 y el 2010; y, 2000 y el 2015. Se utilizó el método de pared a pared para obtener el cambio, obteniéndose una matriz de 15 x 15 para un total de 225 categorías de análisis utilizadas para la estimación de las emisiones y absorciones (Tabla 65, Tabla 66, Tabla 67).

[18] Figura 3A.5.2 Modelo de clasificación para las regiones climáticas por defecto, esta se basa en la elevación, media anual de temperatura, media anual de precipitación relación entre la media anual de precipitación y el evapotransporte potencial, y la incidencia de heladas.

Tabla 65. Matriz de cambio de uso de suelo 2000-2005 (hectáreas)

Categorías	Tierras Forestales (BLW >70%)	Tierras Forestales (BLW 30-69%)	Tierras Forestales (BLD >70 %)	Tierras Forestales (BLD 30-69%)	Tierras Forestales (BP >70 %)	Tierras Forestales (BP 30-69%)	Tierras de Cultivo P con Sombra	Otras Tierras Forestales	Tierras de Cultivo A	Tierras de Cultivo B	Pastizales	Humedales	Asentamientos	Otras Tierras	Otras Tierras (BGN)	2000
Tierras forestales (BLW >70%).	2,286,573.92	118,318.30			181.17	177.17	733.97	161,777.80	10,813.22	982.08	169,016.01	186.25	107.88	1,921.08		2,750,788.85
Tierras forestales (BLW 30-69%).	24,094.86	1,192,363.15			83.28	184.93	1,873.10	223,939.44	19,339.28	6,432.70	537,590.81	1,394.20	154.55	4,574.46		2,012,024.76
Tierras forestales (BLD >70 %).			24,662.13	3,227.14	4.16	6.03	400.88	2,433.16	166.44	147.73	986.29	0.03	0.25	5.33		32,039.57
Tierras forestales (BLD 30-69%).			5,399.41	17,387.30	30.39	28.39	1,204.49	1,955.74	316.47	400.59	32,393.82	4.4	0.12	19.18		59,140.30
Tierras forestales (BP >70 %).	197.07	484.23	3.45	17.98	39,557.71	80,946.22	0.87	1,510.73	387.23	5.9	12,906.92	98.5	34.56	52.31		136,203.68
Tierras forestales (BP 30-69%).	89.06	302.38	14.47	36.54	27,105.55	112,565.21	5.74	4,305.78	143.09	19.56	24,875.22	362.75	54.69	275.28		170,155.32
Tierras de cultivo P con sombra.	24.42	139.05	4.03	76.37	1.32	4.07	45,381.68	121.81	1.58		143.05		0.92	1.36		45,899.66
Otras tierras forestales	828.53	196,960.43	47.44	32266.79	177.94	1,517.72	3,396.18	135,272.33	5596.43	2850.89	233,657.09	261.11	263.62	1,635.41		614,731.91
Tierras de cultivo A.	248.67	476.7	9.66	31.51	23.36	15.08	3.5	663.86	425,091.26	82.16	3,792.67	7.36	239.34	316.64		431,001.77
Tierras de cultivo B.	69.29	454.43	19.8	187.77	5.00	11.14		536.51	19.21	72,456.94	589.49	0.01	4.37	8.31		74,362.27
Pastizales.	5,813.85	54,153.12	480.66	4,746.39	532.32	1,523.89	306.59	557,188.01	15,862.37	2,276.30	4,233,644.31	111,545.50	2,943.96	6,208.40		4,997,225.67
Humedales.	159.24	4,113.97	0	4.72	3.16	16.94		149.47	227.97		496.26	145,100.96	9.69	2,577.02		152,859.40
Asentamientos.	85.61	2,465.74	0.05	5.63	0.07	40.09	9.52	307.5	620.21	15.67	4,167.63	26.47	34,326.59	413.96		42,484.74
Otras tierras.	1,436.29	4,833.83	15	13.46	37.97	74.81	3.04	1,846.46	439.7	13.46	10,707.98	1,104.84	151.78	1,162,671.77		1,183,350.39
Otras tierras (BGN).															249,835.17	249,835.17
2005	**2,319,620.81**	**1,575,065.33**	**30,656.10**	**58,001.60**	**67,743.40**	**197,111.69**	**53,319.56**	**1,092,008.60**	**479,024.46**	**85,683.98**	**5,264,967.55**	**260,092.38**	**38,292.32**	**1,180,680.51**	**249,835.17**	**12,952,103.46**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 66. Matriz de cambio de uso de suelo 2000-2010 (hectáreas)

Categorías	Tierras Forestales (BLW >70%)	Tierras Forestales (BLW 30-69%)	Tierras Forestales (BLD >70 %)	Tierras Forestales (BLD 30-69%)	Tierras Forestales (BP >70 %)	Tierras Forestales (BP 30-69%)	Tierras de Cultivo P con Sombra	Otras Tierras Forestales	Tierras de Cultivo A	Tierras de Cultivo B	Pastizales	Humedales	Asentamientos	Otras Tierras	Otras Tierras (BGN)	2000
Tierras forestales (BLW >70%).	1,954,206.70	147,796.54			90.06	171.25	966.92	185,727.05	31,035.65	1,461.03	426,258.32	92.1	1,384.07	1,599.18		2,750,788.87
Tierras forestales (BLW 30-69%).	7,053.11	1,080,306.36			66.68	195.24	2,711.62	192,307.82	31,231.74	4,537.15	686,335.84	422.93	2,373.24	4,482.77		2,012,024.50
Tierras forestales (BLD >70 %).			22,035.96	3,511.69	1.4	2.99	494.67	2,910.01	191.5	1,606.74	1,274.51		5.78	4.31		32,039.56
Tierras forestales (BLD 30-69%).			53.85	19,672.12	24.38	48.18	1,685.00	29,434.91	376.75	2,226.26	5,557.67	0.32	46.02	14.84		59,140.30
Tierras forestales (BP >70 %).	6,855.93	506.04	324.84	16.25	28,424.85	78,785.50	75.11	5,484.88	398.88	1,065.00	14,051.88	9.23	153.7	51.59		136,203.68
Tierras forestales (BP 30-69%).	158.28	341.59	18.69	31.41	21,658.56	100,546.06	471.51	5,109.55	171.53	1,834.97	39,188.01	6.08	405.14	213.94		170,155.32
Tierras de cultivo P con sombra.	167.15	1,584.68	153.85	2,964.11	26.49	19.84	36,776.11	3,207.70	27.54		962.29		8.28	1.63		45,899.67
Otras tierras forestales	17,138.77	148,485.29	330.15	28,222.54	41.64	1,995.27	5,814.01	94,794.96	12,390.82	6,130.48	296,284.53	33.11	1,779.36	1,291.01		614,731.94
Tierras de cultivo A.	198.54	436.68	7.49	27.58	22.47	12.51	20.91	635.1	418,634.22	181.02	6,165.99	5.01	2,839.11	1,815.14		431,001.77
Tierras de cultivo B.	1,303.06	5,079.23	733.03	3,773.45	99.66	132.78		9,593.02	1,924.12	40,523.96	10,875.52	0	306.51	17.94		74,362.28
Pastizales.	1,305.75	50,166.93	29.95	4,689.32	372.66	2,123.77	8,130.44	620,719.63	13,592.94	16,824.77	4,250,368.32	883.25	20,934.62	7,083.28		4,997,225.63
Humedales.	202.72	4,677.78	0	3.65	2.31	16.25		139.35	759.87		7,803.42	136,851.10	224.26	2,178.75		152,859.46
Asentamientos.	33.56	130.14		0.04	0.06	1.42	14.08	195.89	55.69	15.39	488.4	0.41	41,483.82	65.85		42,484.75
Otras tierras.	1,057.14	5,067.32	3.01	83.77	28.56	57.9	2.42		260.1	14.07	10,611.72	870.49	501.93	1,163,008.50		1,181,566.93
Otras tierras (BGN).								1,783.34							249,835.46	251,618.80
2010	**1,989,680.71**	**1,444,578.58**	**23,690.82**	**62,995.93**	**50,859.78**	**184,108.96**	**57,162.80**	**1,152,043.21**	**511,051.35**	**76,420.84**	**5,756,226.42**	**139,174.03**	**72,445.84**	**1,181,828.73**	**249,835.46**	**12,952,103.46**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 67. Matriz de cambio de uso de suelo 2000-2015 (hectáreas)

Categorías	Tierras Forestales (BLW >70%)	Tierras Forestales (BLW 30-69%)	Tierras Forestales (BLD >70 %)	Tierras Forestales (BLD 30-69%)	Tierras Forestales (BP >70 %)	Tierras Forestales (BP 30-69%)	Tierras de Cultivo P con Sombra	Otras Tierras Forestales	Tierras de Cultivo A	Tierras de Cultivo B	Pastizales	Humedales	Asentamientos	Otras Tierras	Otras Tierras (BGN)	2000
Tierras forestales (BLW >70%).	1,954,206.70	147,796.54			90.06	171.25	966.92	185,727.05	31,035.65	1,461.03	426,258.32	92.1	1,384.07	1,599.18		2,750,788.87
Tierras forestales (BLW 30-69%).	7,053.11	1,080,306.36			66.68	195.24	2,711.62	192,307.82	31,231.74	4,537.15	686,335.84	422.93	2,373.24	4,482.77		2,012,024.50
Tierras forestales (BLD >70 %).			22,035.96	3,511.69	1.4	2.99	494.67	2,910.01	191.5	1,606.74	1,274.51		5.78	4.31		32,039.56
Tierras forestales (BLD 30-69%).			53.85	19,672.12	24.38	48.18	1,685.00	29,434.91	376.75	2,226.26	5,557.67	0.32	46.02	14.84		59,140.30
Tierras forestales (BP >70 %).	6,855.93	506.04	324.84	16.25	28,424.85	78,785.50	75.11	5,484.88	398.88	1,065.00	14,051.88	9.23	153.7	51.59		136,203.68
Tierras forestales (BP 30-69%).	158.28	341.59	18.69	31.41	21,658.56	100,546.06	471.51	5,109.55	171.53	1,834.97	39,188.01	6.08	405.14	213.94		170,155.32
Tierras de cultivo P con sombra.	167.15	1,584.68	153.85	2,964.11	26.49	19.84	36,776.11	3,207.70	27.54		962.29		8.28	1.63		45,899.67
Otras tierras forestales	17,138.77	148,485.29	330.15	28,222.54	41.64	1,995.27	5,814.01	94,794.96	12,390.82	6,130.48	296,284.53	33.11	1,779.36	1,291.01		614,731.94
Tierras de cultivo A.	198.54	436.68	7.49	27.58	22.47	12.51	20.91	635.1	418,634.22	181.02	6,165.99	5.01	2,839.11	1,815.14		431,001.77
Tierras de cultivo B.	1,303.06	5,079.23	733.03	3,773.45	99.66	132.78		9,593.02	1,924.12	40,523.96	10,875.52	0	306.51	17.94		74,362.28
Pastizales.	1,305.75	50,166.93	29.95	4,689.32	372.66	2,123.77	8,130.44	620,719.63	13,592.94	16,824.77	4,250,368.32	883.25	20,934.62	7,083.28		4,997,225.63
Humedales.	202.72	4,677.78	0	3.65	2.31	16.25		139.35	759.87		7,803.42	136,851.10	224.26	2,178.75		152,859.46
Asentamientos.	33.56	130.14		0.04	0.06	1.42	14.08	195.89	55.69	15.39	488.4	0.41	41,483.82	65.85		42,484.75
Otras tierras.	1,057.14	5,067.32	3.01	83.77	28.56	57.9	2.42		260.1	14.07	10,611.72	870.49	501.93	1,163,008.50		1,181,566.93
Otras tierras (BGN).								1,783.34							249,835.46	251,618.80
2015	**1,989,680.71**	**1,444,578.58**	**23,690.82**	**62,995.93**	**50,859.78**	**184,108.96**	**57,162.80**	**1,152,043.21**	**511,051.35**	**76,420.84**	**5,756,226.42**	**139,174.03**	**72,445.84**	**1,181,828.73**	**249,835.46**	**12,952,103.46**

Fuente: Elaboración propia.

2.7.3.3.5. Factores de emisión

Para tierras forestales, los datos paramétricos y FE utilizados provienen de diferentes fuentes, como son valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 (IPCC, 2006) y los FE y FR estimados en el NREF-N (MARENA, 2020).

Según lo expresado en el NREF-N, este se construyó considerando las orientaciones establecidas por la CMNUCC en su decisión 12/CP.17 (CMNUCC, 2012) y las circunstancias nacionales en relación con los DA disponibles y las metodologías aplicables. Se utilizaron los datos del INF, elaborado por INAFOR en 2007, el cual considera la metodología del Programa de Monitoreo y Evaluaciones Nacionales Forestales de la FAO.

Para el cálculo de los FE, se utilizó la base de datos a nivel de árbol del INF, tomando en cuenta el área de la parcela o subparcela de la medición del árbol y un Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) mínimo de 10 cm, excluyendo del análisis los árboles muertos. Debido a que Nicaragua no cuenta con ecuaciones alométricas oficiales para la biomasa de árboles, se utilizó el modelo pantropical ajustado por Chave et al (2014). En la Tabla 68, se presentan densidades de carbono utilizadas para la estimación de emisiones y/o absorciones.

Tabla 68. Densidades de carbono, estimadas a partir de los datos del Inventario Nacional Forestal

Categoría	Factor de Emisión	
	tC/ha	Límites de confianza
Tierras forestales (BLW >70%)	47.36	7.83
Tierras forestales (BLW 30-69%)	36.51	5.01
Tierras forestales (BLD >70%)	62.84	26.56
Tierras forestales (BLD 30-69%)	23.87	5.35
Tierras forestales (BP >70%)	10.65	18.37
Tierras forestales (BP 30-69%)	15.75	6.30
Tierras de cultivo perenne con sombra >30%	22.18	9.06
Vegetación leñosa.	13.17	2.33
Vegetación leñosa seca	9.14	1.82
Vegetación no leñosa	6.11	1.81

Fuente: Niveles de referencia de las emisiones forestales de Nicaragua.

En el caso de los bosques que permanecen intactos, se utilizaron los parámetros provistos por las Directrices del IPCC 2006 para contabilizar la remoción de CO_2 por el crecimiento medio anual de la biomasa aérea y subterránea por hectárea.

2.7.3.3.6. Resultado de la estimación de emisiones

El subsector UTCUTS tiene una importancia particular, ya que es el único sector donde se presentan remociones de CO_2 de la atmósfera, por lo que se considera un sumidero.

La estimación de emisiones y absorciones de este subsector deja de manifiesto los procesos de uso y cambio de uso del territorio que se han desarrollado para el período de análisis (2000-2015). En la Tabla 69 y en la Figura 70, se presentan los resultados de la estimación y se observa un aumento de las emisiones del 11.82% para el período del 2000 al 2005. Sin embargo, para el período del 2005 al 2010, se observa una reducción del 21.48% que continúa durante el período del 2010 al 2015 con una reducción del 27.36%. En total para el período evaluado, la reducción de emisiones registrada es 6,848.65 Gg CO_2, que representa un 36.22%.

El estudio "La problemática de las existencias de carbono forestal y el enfoque estratégico del Programa ENDE-REDD+ para atender estas causas a nivel nacional" (MARENA, 2017a), señala que, ha habido una disminución de las pérdidas anuales de bosques desde el 2005, debido al menor acceso a los bosques remanentes, lo que supone una efectividad positiva del manejo de áreas protegidas. Otro factor, es el impacto de los programas de reforestación y regeneración nacional promovidos por el GRUN, que reforestaron 161,177.95 ha y regeneraron 187,000 ha entre 2007 y 2016. Además, los datos de tasas de cambio de los períodos 2005-2010 a 2010-2015 utilizados en el estudio sugieren que hay una recuperación de los bosques fuera de la Costa Caribe.

Tabla 69. Emisiones totales del subsector UTCUTS por categoría (CO_2-eq)

Categorías	Años / CO_2-eq							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
3.B Tierras	**18,910.93**	**19,358.05**	**19,805.15**	**20,252.27**	**20,699.39**	**21,146.50**	**20,238.19**	**19,329.91**
3.B.1 Tierras forestales	763.93	742.28	720.62	698.96	677.31	655.65	586.25	516.84
3.B.2 Tierras de cultivo	1,166.44	1,193.87	1,221.31	1,248.74	1,276.18	1,303.61	1,248.37	1,193.14
3.B.3 Pastizales	16,644.95	17,093.40	17,541.84	17,990.29	18,438.73	18,887.18	18,115.07	17,342.97
3.B.4 Humedales	37.87	37.48	37.1	36.72	36.33	35.95	29.61	23.28
3.B.5 Asentamientos	28.5	27.94	27.37	26.81	26.25	25.69	45.02	64.36
3.B.6 Otras tierras	269.24	263.08	256.91	250.75	244.59	238.42	213.87	189.32

Categorías	Años / CO_2-eq							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
3.B Tierras	**18,421.61**	**17,513.31**	**16,605.02**	**15,696.48**	**14,787.92**	**13,879.38**	**12,970.84**	**12,062.28**
3.B.1 Tierras forestales	447.43	378.03	308.62	59.91	-188.81	-437.53	-686.24	-934.96
3.B.2 Tierras de cultivo	1,137.90	1,082.66	1,027.43	1,082.77	1,138.11	1,193.46	1,248.80	1,304.14
3.B.3 Pastizales	16,570.86	15,798.76	15,026.65	14,244.63	13,462.61	12,680.60	11,898.58	11,116.56
3.B.4 Humedales	16.95	10.61	4.28	86.27	168.25	250.23	332.22	414.2
3.B.5 Asentamientos	83.7	103.04	122.38	115.27	108.16	101.05	93.94	86.83
3.B.6 Otras tierras	164.77	140.21	115.66	107.63	99.6	91.57	83.54	75.51

Fuente: Elaboración propia.

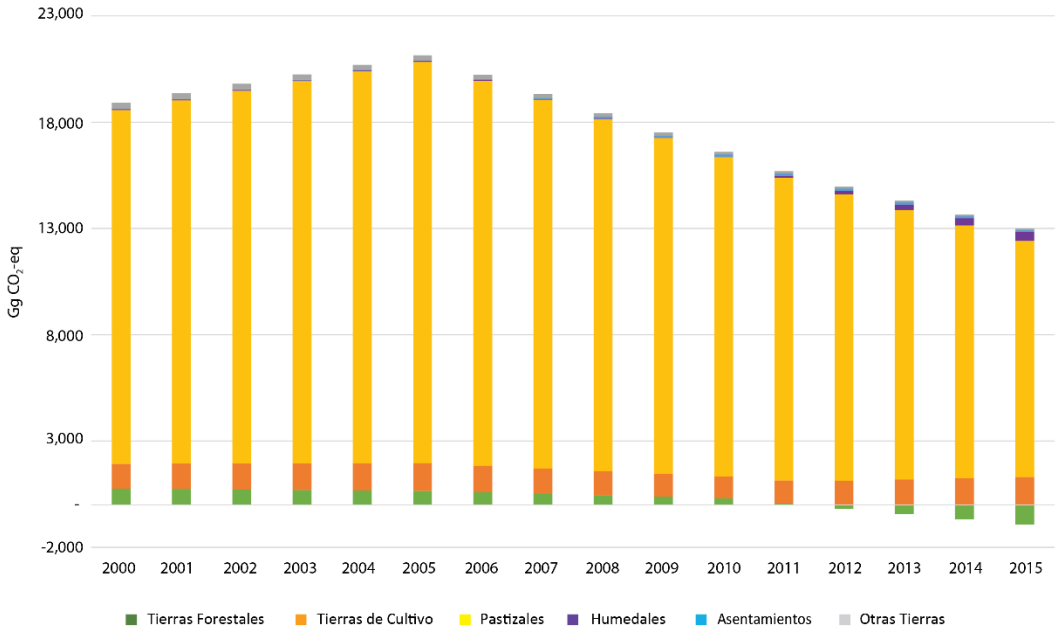


Figura 70. Emisiones por categoría del sector uso y cambio de uso de la tierra

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 70, se presentan los resultados del subsector UTCUTS para las fuentes de emisiones y absorciones, producto del incremento de la biomasa que se da principalmente en las tierras forestales, en las tierras de cultivo perenne con cobertura forestal de más del 30%, en las tierras de cultivo perenne y otras tierras forestales (tacotales), así como cambios de uso de la tierra dentro de las subcategorías de Tierras forestales que se contabilizan en el país.

Las emisiones se originan por las acciones de aprovechamiento de las tierras forestales (bosques), plantaciones forestales (no registradas en el presente inventario), cosecha de leña y madera en rollo, perturbaciones naturales, eliminación de biomasa comenzando en tierras forestales a otros usos como a pastizales, tierras de cultivos, humedales, asentamientos y otras tierras.

Tabla 70. Emisiones y absorciones del subsector UTCUTS

Categorías y subcategorías	Años / CO_2-eq							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
3.B. Tierras	**18,910.93**	**19,358.05**	**19,805.15**	**20,252.27**	**20,699.39**	**21,146.50**	**20,238.19**	**19,329.91**
3.B.1.Tierras forestales	**763.93**	**742.28**	**720.62**	**698.96**	**677.31**	**655.65**	**586.25**	**516.84**
3.B.1.a. Tierras forestales que permanecen como tales	679.9	1,603.15	2,526.39	3,449.64	4,372.88	5,296.13	4,790.34	4,284.55
3.B.1.b. Tierras convertidas a tierras forestales	84.03	-860.87	-1,805.77	-2,750.67	-3,695.57	-4,640.48	-4,204.09	-3,767.71
3.B.2. Tierras de cultivo	**1,166.44**	**1,193.87**	**1,221.31**	**1,248.74**	**1,276.18**	**1,303.61**	**1,248.37**	**1,193.14**
3.B.2.a. Tierras de cultivo que permanecen como tales	1,038.13	905.45	772.76	640.07	507.38	374.69	320.65	266.6
3.B.2.b. Tierras convertidas a tierras de cultivo	128.31	288.43	448.55	608.67	768.79	928.91	927.73	926.54
3.B.3. Pastizales	**16,644.95**	**17,093.40**	**17,541.84**	**17,990.29**	**18,438.73**	**18,887.18**	**18,115.07**	**17,342.97**
3.B.3.a. Pastizales que permanecen como tales	0	0	0	0	0	0	0	0
3.b.3.b. tierras convertidas a pastizales	16,644.95	17,093.40	17,541.84	17,990.29	18,438.73	18,887.18	18,115.07	17,342.97
3.B.4. Humedales	**37.87**	**37.48**	**37.1**	**36.72**	**36.33**	**35.95**	**29.61**	**23.28**
3.B.4.a. Humedales que permanecen como tales	0	0	0	0	0	0	0	0
3.B.4.b. Tierras convertidas a humedales	37.87	37.48	37.1	36.72	36.33	35.95	29.61	23.28
3.B.5. Asentamientos	**28.5**	**27.94**	**27.37**	**26.81**	**26.25**	**25.69**	**45.02**	**64.36**
3.B.5.a. Asentamientos que permanecen como tales	0	0	0	0	0	0	0	0
3.B.5.b. Tierras convertidas a asentamientos	28.5	27.94	27.37	26.81	26.25	25.69	45.02	64.36
3.B.6. Otras tierras	**269.24**	**263.08**	**256.91**	**250.75**	**244.59**	**238.42**	**213.87**	**189.32**
3.B.6.a. Otras tierras que permanecen como tales								
3.B.6.b. Tierras convertidas a otras tierras	269.24	263.08	256.91	250.75	244.59	238.42	213.87	189.32

Categorías y subcategorías	Años / CO_2-eq							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
3.B. Tierras	**18,421.61**	**17,513.31**	**16,605.02**	**15,696.48**	**14,787.92**	**13,879.38**	**12,970.84**	**12,062.28**
3.B.1.Tierras forestales	**447.43**	**378.03**	**308.62**	**59.91**	**-188.81**	**-437.53**	**-686.24**	**-934.96**
3.B.1.a. Tierras forestales que permanecen como tales	3778.76	3,272.98	2,767.19	2,762.56	2,757.93	2,753.29	2,748.66	2,744.03
3.B.1.b. Tierras convertidas a tierras forestales	-3331.33	-2894.95	-2,458.56	-2,702.65	-3,190.82	-3,923.08	- ,899.42	-3,678.99
3.B.2. Tierras de cultivo	**1,137.90**	**1,082.66**	**1,027.43**	**1,082.77**	**1,138.11**	**1,193.46**	**1,248.80**	**1,304.14**
3.B.2.a. Tierras de cultivo que permanecen como tales	212.55	158.51	104.46	81.77	59.08	36.39	13.7	-8.99
3.B.2.b. Tierras convertidas a tierras de cultivo	925.35	924.16	922.97	1001	1079.04	1157.07	1235.1	1313.14
3.B.3. Pastizales	**16,570.86**	**15,798.76**	**15,026.65**	**14,244.63**	**13,462.61**	**12,680.60**	**11,898.58**	**11,116.56**
3.B.3.a. Pastizales que permanecen como tales	0	0	0	0	0	0	0	0
3.B.3.b. Tierras convertidas a pastizales	16,570.86	15,798.76	15,026.65	14,244.63	13,462.61	12,680.60	11,898.58	11,116.56
3.B.4. Humedales	**16.95**	**10.61**	**4.28**	**86.27**	**168.25**	**250.23**	**332.22**	**414.2**
3.B.4.a. Humedales que permanecen como tales	0	0	0	0	0	0	0	0
3.B.4.b. Tierras convertidas a humedales	16.95	10.61	4.28	86.27	168.25	250.23	332.22	414.2
3.B.5. Asentamientos	**83.7**	**103.04**	**122.38**	**115.27**	**108.16**	**101.05**	**93.94**	**86.83**

Categorías y subcategorías	Años / CO_2-eq							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
3.B.5.a. Asentamientos que permanecen como tales	0	0	0	0	0	0	0	0
3.B.5.b. Tierras convertidas a asentamientos	83.7	103.04	122.38	115.27	108.16	101.05	93.94	86.83
3.B.6. Otras tierras	**164.77**	**140.21**	**115.66**	**107.63**	**99.6**	**91.57**	**83.54**	**75.51**
3.B.6.a. Otras tierras que permanecen como tales								
3.B.6.b. Tierras convertidas a otras tierras	164.77	140.21	115.66	107.63	99.6	91.57	83.54	75.51

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la categoría de Tierras forestales, el balance registró para el 2015 una absorción de -934.96 Gg de CO_2 debido a que la subcategoría Tierras forestales que permanecen como tales presentaron una emisión de 2,744.03 Gg de CO_2 las cuales provienen de aprovechamiento, degradación y perturbaciones a las que son sometidos los bosques, producto de las actividades económicas insostenibles y otros factores sociales y ambientales. En relación al 2005, se observa una reducción de emisiones de 2,552.10 Gg de CO_2, que fue generada por la implementación de estrategias y políticas de conservación, reforestación y gestión de los bosques de Nicaragua, como la Cruzada Nacional de Reforestación impulsada por el GRUN desde el año 2007 y otras estrategias conexas derivadas de la voluntad política de las autoridades del país.

En la categoría Tierras de cultivo, se estimó para el 2015 una emisión neta de 1,304.14 Gg de CO_2, de las cuales, las emisiones brutas fueron de 1,313.14 Gg de CO_2, marcada por la conversión de tierras de otros usos a esta categoría con una tendencia de crecimiento sostenido en toda la serie temporal, sin embargo, se estimó una absorción de -8.99 Gg de CO_2 debido al aumento de cultivos perennes promovidos a través de las estrategias productivas que se han implementado en los últimos 10 años.

En la subcategoría Tierras convertidas a Pastizales se estimó una emisión de 11,116.56 Gg de CO_2 con una tendencia a la reducción de emisiones a partir del 2005 donde se presentaron las mayores emisiones en el orden de 18,887.18 Gg de CO_2. En este sentido, la ganadería del país se desarrolla principalmente de forma extensiva, por tal razón al aumentar el hato ganadero de forma directa aumentan las áreas de pastoreo necesarias para el sostenimiento de los animales. Sin embargo, las políticas y estrategias de desarrollo del sector implementadas a partir del 2007 para desarrollar una ganadería sostenible, desde las cuales se impulsan los sistemas agrosilvopastoriles y la mezcla entre sistemas intensivos e intensivos en función de mejorar la productividad del sector, se ven reflejados en la reducción de las emisiones.

En el caso la subcategoría Tierras convertidas a Humedales, se estimó una emisión para el 2015 de 414.20 Gg de CO_2, principalmente por áreas de pastizales inundados, así mismo, en la subcategoría Tierras convertidas a Asentamientos se estimó una emisión

de 86.83 Gg de CO_2 por el crecimiento de las áreas urbanas que causan cambio de uso de suelo, sin embargo, la magnitud del desarrollo urbano es bajo, debido a la cantidad y densidad de población del país. Las emisiones de la subcategoría Tierras convertidas a Otras tierras se estimó en 75.51 Gg de CO_2, esto se debe a las pérdidas y ganancias de tierras por inundación principalmente en los bordes de los lagos y lagunas del país.

2.7.3.3.7. Realización de nuevos cálculos

Se realizó una comparación de los resultados de las emisiones del cuarto INGEI con los resultados de las emisiones del tercer INGEI. Ambos inventarios fueron realizados tomando como base las Directrices metodológicas del IPCC 2006 (IPCC, 2006). Las diferencias identificadas entre los resultados de los inventarios se presentan en la Tabla 71.

En el cuarto INGEI se realiza el recálculo para el año 2000, utilizando parámetros más específicos y el método de datos sustitutos, debido a que no se cuenta con datos de actividad previos que permitan analizar las emisiones por cambio de Uso de la Tierra.

En el caso de los años 2005 y 2010, se recalcularon utilizando una nueva distribución de las categorías de tierra, en función del uso de las densidades de carbono estimadas a partir de los datos del INF, utilizados para estimar los FE por uso y cambio de uso de las tierras forestales utilizados en el NREF-N. Como resultado de lo anterior, el balance de emisiones del subsector UTCUTS es considerablemente menor en el cuarto INGEI, en comparación con el tercer INGEI, para todos los años comparados.

Tabla 71. Comparación entre inventarios del subsector UTCUTS (Gg CO_2-eq)

Inventario	Emisiones (Gg CO_2-eq)		
	2000	2005	2010
Tercero	42,927.29	9,355.84	2,225.26
Cuarto	18,910.94	21,146.49	16,605.02
Diferencia	**-24,016.35**	**11,790.65**	**14,379.76**
Diferencia en %	**55.95**	**126.02**	**646.20**

Fuente: Elaboración propia.

2.7.3.4. Incertidumbre y coherencia temporal

La estimación de la incertidumbre se calculó a partir de las orientaciones mejoradas de las Directrices del IPCC 2006, a través del método de propagación de error: primero, se determina la incertidumbre de los DA y del FE para cada categoría. Segundo, se calculan las incertidumbres combinadas de los valores definidos, en el primer paso para estimar las incertidumbres del inventario de cada año y del período (IPCC, 2019).

Para el caso del subsector Agricultura, los DA que provienen de las estadísticas de los Planes de Producción, Consumo y Comercio se les asignó una incertidumbre del 10% debido a que, si bien son datos oficiales, no se tuvo acceso a las metodologías de captura de los mismos. En el caso de los datos obtenidos a través de estimaciones, se tomó el criterio de expertos del sector para definir una incertidumbre, y se asignó un 20% al igual que lo estipulado en las Directrices del IPCC 2006, para los datos obtenidos en FAOSTAT (ya que son obtenidos a través de estimaciones estadísticas basadas en datos oficiales). En el caso de las estimaciones realizadas por especialistas del sector, se les asignó una incertidumbre del 15%. Por lo tanto, estas incertidumbres se deben considerar cuali-cuantitativas. En el caso de las variables, los datos y factores de emisión utilizados tienen las incertidumbres estimadas en las Directrices del IPCC 2006 (IPCC, 2006).

En el caso del subsector UTCUTS, los datos de actividad son la principal incertidumbre, ya que, para realizar la estimación de emisiones del año 2000, fue necesario realizar sustitución de datos por medio de métodos estadísticos para estimar las emisiones por cambio de uso de la tierra, debido que no se cuenta con mapas de cobertura y uso de la tierra previamente validados que cuenten con los metadatos requeridos.

La incertidumbre del sector AFOLU alcanzó el ±53%, dominada principalmente por la incertidumbre de los FE por defecto, variables y parámetros utilizados para realizar las estimaciones. La incertidumbre de la tendencia del sector es de ±58%.

Cabe destacar que la serie temporal cubre el período seleccionado como inicio de cálculo, que es el año 2000, en vez de 1990, debido a que en los años previos al 2000 los datos de actividad no están disponibles y/o no se cuenta con la debida validación para asegurar la calidad de los datos.

2.7.3.5. Control de calidad y verificación

No se aplicaron actividades de verificación específicos para los datos de actividad de esta subcategoría. Sin embargo, se tiene contemplado que para el próximo ciclo de INGEI se realicen las actividades de verificación pertinente. El control de calidad se realizó en función de garantizar la coherencia y consistencia de los resultados del INGEI,

por comparación entre los resultados alcanzados en el subsector y los reportados por fuentes internacionales.

2.7.3.6. Plan de mejora del sector AFOLU

Considerando los resultados del proceso de revisión y análisis realizado por expertos internacionales mediante los revisores de pares, a continuación, se presentan las acciones de mejora a desarrollar en el sector:

Subsector Agricultura:

- Elaborar un protocolo de recolección de DA del subsector consensuado, validado y aprobado por las autoridades, donde se estimen las incertidumbres del dato proporcionado con la oficina de estadísticas del MAG o a través de criterios de expertos, utilizando metodologías como la Delphi, diseñada para recolectar sistemáticamente juicios de expertos.
- Desarrollar protocolos de investigación para calcular factores de emisión nacionales de Nivel 2 y Nivel 3 para las diferentes categorías y subcategorías de este subsector.

Subsector UTCUTS:

- Identificar e incorporar las prácticas agrosilvopastoriles y las plantaciones forestales desarrolladas en el país, a través de un método cartográfico y documentación de los procesos y localización exacta de las intervenciones.
- Mejorar las ecuaciones alométricas para todas las categorías de tierras, lo que permitirá precisar las emisiones del subsector.
- Mejorar la documentación técnica para la estimación de los DA.
- Implementar un protocolo de aseguramiento de la calidad de los DA y las incertidumbres asociadas a las transiciones de cambio de uso y uso de la tierra.
- Utilizar el Suplemento de Humedales del IPCC de 2013 para su incorporación en futuros INGEI.
- Desarrollar una hoja de ruta para la inclusión de las estimaciones de emisiones y absorciones de productos de madera recolectada, para esto se requiere además capacitación en función de planificar su abordaje y posterior incorporación.
- Implementar el nuevo ciclo del INF, cuya metodología ya contempla la recopilación de datos de los tres depósitos de carbono faltantes (madera muerta, hojarasca y carbono orgánico de suelos) para lo cual se debe coordinar actividades con el INAFOR.

- Mejorar el registro espacial de las plantaciones forestales, los sistemas agroforestales y las concesiones de aprovechamiento forestal, dichas actividades deben ser coordinadas con INAFOR.
- Desarrollar una investigación sobre los ecosistemas de manglar y yolillales que permitan mejorar la clasificación de estos en las categorías de uso de la tierra, así como promover a partir de estos estudios el desarrollo de ecuaciones alométricas específicas, dada la importancia de los mismos para el equilibro ambiental, social y económico del país. Esta actividad debe ser coordinada con INETER, INAFOR y MARENA.

2.7.4. Sector Desechos

2.7.4.1. Resumen del sector

En el 2015, las emisiones de GEI del sector se contabilizaron en 686.42 Gg CO_2-eq, las cuales incrementaron en un 175.26% con respecto al 2000. Esto ocurre debido principalmente al crecimiento de la población, la cual incrementa el consumo y requerimiento de la instalación de nuevos vertederos, así como plantas de tratamiento de aguas residuales (Figura 71 y Tabla 72).

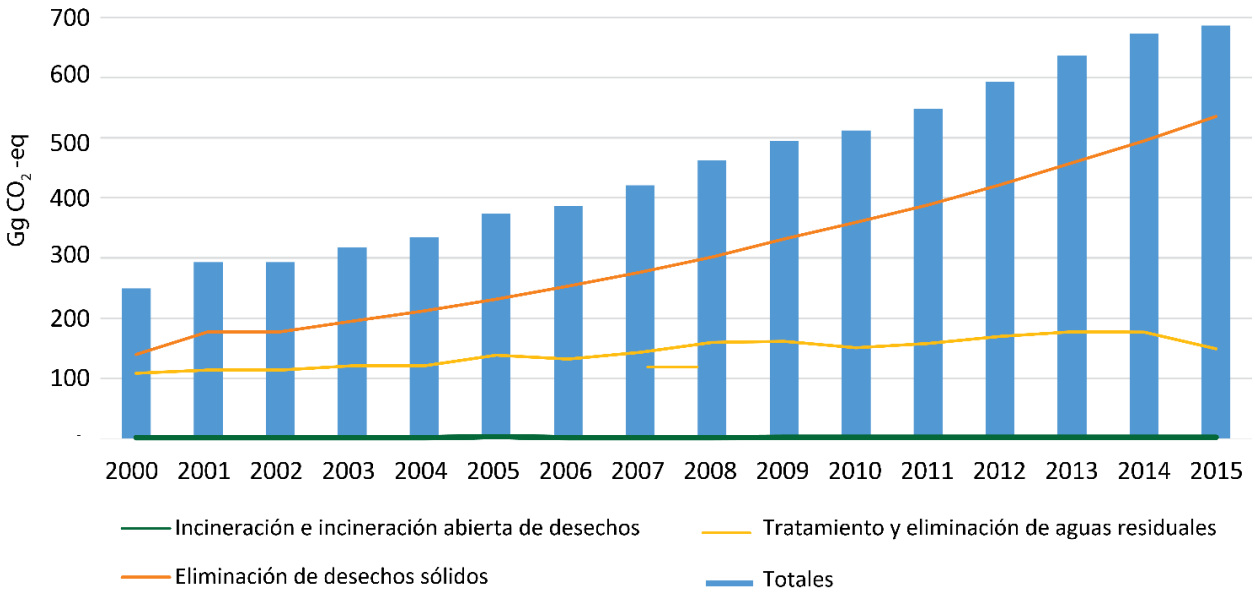


Figura 71. Emisiones del sector Desechos por categoría (Gg CO_2-eq)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 72. Emisiones del Sector Desechos en Gg de CO_2-eq

Categorías		Años/Gg de CO_2-eq							
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
4	**Desechos**	**249.37**	**271.26**	**292.86**	**317.66**	**334.67**	**373.5**	**386.82**	**420.94**
4A	Eliminación de desechos sólidos	139.67	158.43	177.52	195.01	212.34	231.75	253.42	276.03
4C	Incineración e incineración abierta de desechos	1.44	1.46	1.48	1.50	1.52	2.96	1.56	1.58
4D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	108.26	111.37	113.86	121.15	120.81	138.79	131.84	143.33

Categorías		Años/Gg de CO_2-eq							
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
4	**Desechos**	**462.53**	**495.36**	**512.2**	**548.14**	**593.01**	**637.26**	**673.43**	**686.42**
4A	Eliminación de desechos sólidos	301.43	331.94	359.53	388.38	421.79	458.10	495.05	535.32
4C	Incineración e incineración abierta de desechos	1.61	1.63	1.65	1.67	1.70	1.72	1.74	1.76
4D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	159.49	161.79	151.02	158.09	169.52	177.44	176.64	149.34

Fuente: Elaboración propia.

2.7.4.2. Panorámica del sector

El manejo de los desechos es un problema global, generando anualmente 2010 millones de toneladas de desechos municipales, y, al menos el 33 % de ellos, no se gestionan sin riesgo para el medio ambiente (Banco Mundial, 2018a).

En Nicaragua, el manejo y la disposición final de los desechos sólidos y líquidos ha cambiado considerablemente en la última década (2005 – 2015). Se han introducido políticas de minimización, reciclado y/o reutilización de los desechos con el fin de reducir la cantidad generada de los mismos. Además, se implementan de manera creciente prácticas de gestión alternativas para la eliminación de los desechos sólidos en la tierra y reducir los impactos ambientales de esta gestión.

En los 153 municipios del país se realiza disposición de los desechos sólidos. El 49% tiene un sistema regular de recolección de basura, según el Decreto Ejecutivo N°25-2001 que establece el Plan Ambiental de Nicaragua 2001-2005 (Gobierno de Nicaragua, 2001). Con respecto al tratamiento de los desechos líquidos, se implementa la tecnología de lagunas de estabilización. Para el año 2010, 13 cabeceras departamentales brindaron tratamiento a las aguas residuales. Según ENACAL (2018), de 33 sistemas de alcantarillado sanitario que administran, solo 5 no reciben tratamiento de las aguas residuales.

Para contribuir en la buena gestión de los residuos sólidos y líquidos en el país, se han asumido compromisos internacionales e implementado proyectos e iniciativas

desarrolladas por instituciones de Gobierno, Organizaciones no Gubernamentales (ONG) y universidades tanto públicas como privadas. A continuación, se detallan:

- Nicaragua, en el marco de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), realizada en 1992 en Río de Janeiro, Brasil, en la que se adoptó como guía para la acción la Agenda 21, cuyo capítulo 20 cubre la gestión ambientalmente adecuada de los residuos (ONU, 1992).
- En 1990 se crea el Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal (INIFOM) como ente de fomento y apoyo del Gobierno Central a los municipios y ha estado trabajando activamente en la problemática de los residuos sólidos, por lo que se elaboran modelos pilotos de manejo integral de desechos sólidos (PROMIDS) en varios municipios, con la participación de instituciones del Estado (MARENA, MINSA, etc), empresa privada y sociedad civil (ONG, iglesias).
- El Gobierno de Nicaragua formula en 1996 la Estrategia Nacional de Desarrollo Sostenible 1996-2001 (ECODESNIC), la cual se establecía como política en relación con el sector de residuos sólidos, el mejoramiento de los sistemas de recolección y disposición de basuras, y la implementación de sistemas de tratamiento de residuos sólidos en los procesos productivos, priorizando aquellos orientados al reciclaje.
- Plan de Acción Ambiental de Nicaragua (PANIC) para el quinquenio 2001- 2005.
- En el año 2003-2004, el MARENA elabora la Política Nacional de Desechos Sólidos.
- El MARENA impulsó iniciativas para el manejo y tratamiento de residuos sólidos, a través del Fondo para Pequeños Proyectos del Programa de Apoyo al Sector Medio Ambiente (PASMA – DANIDA) y Facilidad Ambiental Municipal (FAM) del Segundo Proyecto de Desarrollo de Municipios Rurales (SPDMR-MARENA).
- Estos dos mecanismos financieros apoyaron las iniciativas municipales para el manejo de los residuos sólidos municipales en los aspectos referidos a la producción de abono orgánico, la recolección y comercialización de los residuos, reciclado, y la educación ambiental (MARENA, 2011a).
- INIFOM implementa un sistema de información de los servicios municipales (SISEM) desde 1998, el cual contribuiría a generar información sustantiva que permitiría una gestión más eficaz en lo relacionado con el manejo de los residuos sólidos en los municipios, a través de los nodos institucionales del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA), pero este sistema de información se suprimió de las políticas de trabajo de INIFOM (MARENA, 2011a).

- La construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Managua, inaugurada en febrero 2009, gracias al aporte de la cooperación internacional, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), del Banco Alemán de Desarrollo (KfW Entwicklungsbank), fondos nórdicos y el aporte del Gobierno.
- Proyecto de transformación del vertedero municipal de Acahualinca “La Chureca” de la ciudad de Managua, en un relleno sanitario con una planta de reciclaje en el año 2014 después de 6 años de sellado.
- El Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento Humano (PISASH), es un programa gestionado por el Gobierno central y consta de dos fases para la instalación en 19 ciudades del país, de sistemas de alcantarillado sanitario, 13 plantas de tratamientos de aguas servidas y nueve sistemas de agua potable.

Manejo de desechos sólidos

El manejo de los desechos sólidos en el país, aunque ha mejorado en lo que va del período 2010 a 2015, sigue presentando deficiencias en cuanto a la recolección, con un 56% promedio a nivel nacional. La disposición en vertederos a cielo abierto con quemas ocasionales, como práctica generalizada en los sitios de eliminación de desechos sólidos ronda el 90% de los casos, con un reciclado de apenas el 6.37 % para el caso de la ciudad Managua (mayor práctica en el reciclaje), cuya generaciónper cápita de desechos sólidos se estima en 0.68 kg y de 0.50 kg/hab/día para el resto del país (INIFOM, 2007).

El proyecto de La Chureca es el más emblemático e importante realizado en Nicaragua en el sector de manejo de desechos sólidos. El sitio que ocupa 40 ha en la periferia noroccidental de Managua, durante cuatro décadas recibió sin control miles de toneladas de desperdicios.

Manejo de aguas residuales

La disposición de las aguas residuales domésticas e industriales han tenido una notable mejora en la última década (2005 – 2015) en Nicaragua. Este avance fue promovido por las políticas gubernamentales más estrictas, como la reforma del Decreto (33-95) de vertidos de aguas residuales en el año 2017 y a estrategias de mejoramiento de la calidad de vida de los nicaragüenses, como el lanzamiento en 2014 del Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento Humano (PISASH), administrado por ENACAL.

Lo anterior implica la incorporación de 13 nuevas Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y de 9 nuevas Plantas de Potabilización, además de la puesta en marcha de modelos de alcantarillado sanitario condominal, novedosos en Nicaragua (ENACAL, 2018). En la Figura 72, se muestra el aumento de los metros cúbicos de aguas servidas, tratadas en plantas de tratamiento operadas por ENACAL.

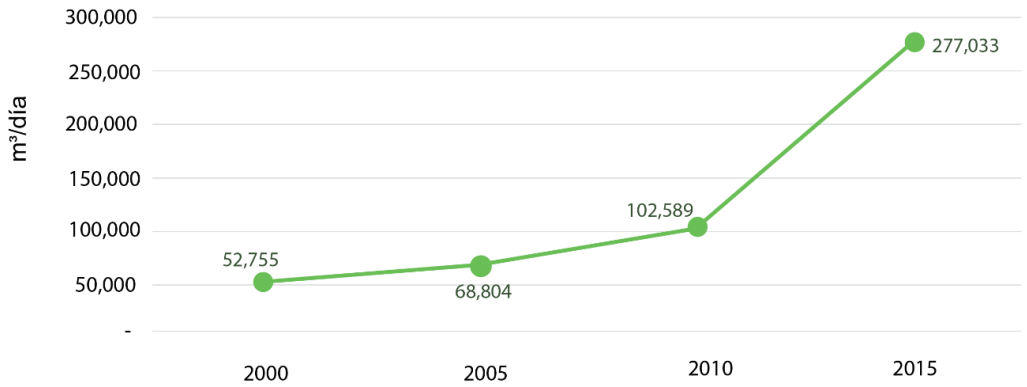


Figura 72. Cantidad de aguas residuales domésticas tratadas en el período 2000-2015 en las plantas de tratamiento operadas por ENACAL

Fuente: Estadísticas de ENACAL del 2000 al 2015.

2.7.4.3. Análisis de categoría/fuente de emisión

En este sector se contabilizan las emisiones GEI caracterizadas por las reacciones anaeróbicas, que se producen en la descomposición de residuos en sitios de disposición final: emisiones del tratamiento biológico de desechos (compostaje y digestión anaeróbica) y por los procesos de combustión a través de la incineración, quema abierta de residuos y emisiones producto del manejo de aguas residuales domésticas e industriales.

La Tabla 73 presenta las categorías que ocurren en Nicaragua, especificando si fueron o no incluidas en el inventario.

Tabla 73. Categorías sector Desechos aplicables en Nicaragua y gases incluidos

Categoría	Clave	Definición	Explicación	Gases		
				CO_2	CH_4	N_2O
4A. Eliminación de desechos sólidos	IN	Incluida	Datos disponibles por estimación		✓	
4B. Tratamiento biológico de los desechos sólidos	NE, NO	No estimada.	Datos no disponibles			
4C. Incineración e incineración abierta de desechos	IN	Incluida	Datos disponibles por estimación	✓	✓	✓
4D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	IN	Incluida	Datos disponibles por estimación		✓	✓

Fuente: Elaboración propia sobre la base de las directrices del IPCC 2006.

2.7.4.4. Descripción del método a ser utilizado

Eliminación de desechos sólidos

Para calcular las emisiones de CH_4 en los desechos sólidos, las Directrices del IPCC 2006 recomiendan aplicar el método de descomposición de Primer Orden (FOD, por sus siglas en inglés), que usa principalmente datos por defectos de la actividad y parámetros por defecto.

No se recomienda la utilización del método de Nivel 1, Equilibrio de masas, por no presentar la fiabilidad de los cálculos anuales obtenidos por el método FOD (Nivel 2), por lo tanto, se adapta una versión del método FOD al Nivel 1 (IPCC, 2019).

Las emisiones de CH_4 procedentes de los Sitios de Eliminación de Desechos Sólidos (SEDS) durante un solo año pueden estimarse con la Ecuación 22. El CH_4 se genera como resultado de la descomposición de materias orgánicas bajo condiciones anaeróbicas que producen CH_4, N_2O, NOx, CO y COVDM.

Una parte del CH_4 generado se oxida en la cubierta de los SEDS o puede recuperarse para producir energía eléctrica o ser quemado en antorcha. La cantidad de CH_4 realmente emitido a partir de los SEDS será, por lo tanto, inferior a la cantidad generada.

$$\textbf{Emisiones } CH_4 = [\ \Sigma \times CH_{4\ \text{generado}\ X,T} - R_T\ ] \times (1 - O_{XT})$$

(Ecuación 22)

Donde:

Emisiones de CH_4	*= CH_4 emitido durante un año T (Gg).*
T	*= Año de inventario.*
X	*= Categoría o tipo de desecho y/o material.*
R_T	*= CH_4 recuperado durante el año T (Gg).*
O_{XT}	*= Factor de oxidación durante un año T (Gg).*

El CH_4 recuperado debe restarse de la cantidad de CH_4 generado.

El método FOD requiere de datos de población y generación de residuos sólidos municipales per cápita, de por lo menos 50 años atrás y del PIB para residuos industriales, para la consolidación de la base de datos y serie temporal.

En la sección 3.2.2 del Volumen 5 de las Directrices del IPCC, se brinda orientación de cómo los países pueden estimar la eliminación de los desechos sólidos municipales y los

desechos industriales del pasado, basándose en la población urbana, el PIB y otros impulsores.

Los SEDS se dividen en cuatro categorías y en SEDS no categorizados; estas clasificaciones aportan datos, parámetros y factores de corrección por defecto (cuadro 3.1 y 3.2).

Tratamiento biológico de los desechos

El método FOD requiere de datos de población y generación de residuos sólidos municipales per cápita de por lo menos 50 años atrás y del PIB para residuos industriales. Con esta información se construye la base de datos y la serie temporal.

En la sección 3.2.2 del Volumen 5 de las Directrices del IPCC, se brinda orientación de cómo los países pueden estimar la eliminación de los desechos sólidos municipales y los desechos industriales del pasado, basándose en la población urbana, el PIB y otros impulsores.

Los cálculos de emisiones de CH_4 y N_2O en la elaboración de abono orgánico para residuos de estiércol bovino, porcino y aves se abordó en el subsector Agricultura. En este sector solo se abordarán los lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales que son depositados en los SEDS, no como abonos orgánicos, sino como residuos sólidos que pasaron por un proceso de biodigestión anaerobia.

Si no se dispone de datos, la digestión anaeróbica de los desechos sólidos puede suponerse nula. Los datos por defecto deben utilizarse solo cuando no se disponga de datos específicos del país (IPCC, 2006).

Las emisiones de CH_4 y N_2O procedentes del tratamiento biológico pueden estimarse utilizando el método por defecto proporcionado por las Ecuaciones 23 y 24 que se presentan a continuación:

$$\textbf{Emisiones de } CH_4 = \Sigma_i (M_i \times EF_I) \times 10^{-3} - R$$

(Ecuación 23)

Donde:

Emisiones de CH_4	*= Total de las emisiones de CH_4 durante el año del inventario (Gg de CH_4).*
M_i	*= Masa de los desechos orgánicos sometidos al tratamiento biológico i (Gg).*
EF_i	*= Factor de emisión del tratamiento i (g de CH_4/kg de desechos tratados).*
i	*= Preparación de abono orgánico o digestión anaeróbica.*
R	*= Cantidad total de CH_4 recuperado durante el año del inventario (Gg de CH_4).*

Al declarar las emisiones de CH_4 provenientes de la digestión anaeróbica, la cantidad de gas recuperado debe restarse de la cantidad de CH_4 generado. El gas recuperado puede quemarse en antorcha o en un dispositivo energético. La cantidad de CH_4 que se recupera se expresa en la Ecuación 23 como R. Si el gas recuperado se utiliza para generar energía, las emisiones de GEI que resultan de la combustión del gas deben declararse bajo el sector Energía. Sin embargo, las emisiones provenientes de la quema del gas recuperado no son significativas, pues las emisiones de CO_2 son de origen biogénico y las emisiones de CH_4 y N_2O son muy pequeñas, de modo que la buena práctica no exige su estimación (IPCC, 2006).

$$\textbf{Emisiones de } N_2O = \Sigma_i (M_i \times EF_I) \times 10^{-3}$$

(Ecuación 24)

Donde:

Emisiones de N_2O	*= Total de las emisiones de N_2O durante el año del inventario (Gg de N_2O).*
M_i	*= Masa de los desechos orgánicos sometidos al tratamiento biológico i (Gg.)*
EF_i	*= Factor de emisión del tratamiento i (g de N_2O /kg de desechos tratados).*
i	*= Preparación de abono orgánico o digestión anaeróbica.*

Se aplican los valores por defecto del Nivel 1.

Incineración e incineración abierta de desechos

El método común para estimar las emisiones de CO_2 provenientes de la incineración e incineración abierta de desechos, se basa en una estimación del contenido de carbono fósil en los desechos quemados, multiplicado por el factor de oxidación y en una conversión del producto (cantidad de carbono fósil oxidado) en CO_2. Los DA son las entradas de desechos en el incinerador o la cantidad de desechos que se queman al aire libre y los FE se basan en el contenido de carbono oxidado de los desechos que son de origen fósil.

Entre los datos pertinentes, se cuentan la cantidad y composición de los desechos, el contenido de materia seca, el contenido de carbono total, la fracción de carbono fósil y el factor de oxidación (IPCC, 2006). En el caso de Nicaragua, respecto a la incineración, esta práctica no está desarrollada, encontrándose una sola entidad en todo el país que se dedica a la incineración de desechos (hospitalarios principalmente), y cuya información no está a disposición.

Tratamiento y eliminación de las aguas residuales

En las aguas residuales, tanto domésticas como industriales, se estiman las emisiones de CH_4 y N_2O aplicando el método de Nivel 1. La cantidad de CH_4 producido depende principalmente de la cantidad de materia orgánica degradable, contenida en las aguas residuales, de la temperatura y del tipo de sistema de tratamiento.

El CH_4 se estima en las aguas domésticas a partir de la cantidad de materia orgánica presente en la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), que es un factor esencial para determinar el potencial de generación de CH_4 a partir de la cantidad de carbono orgánico biodegradable presente en el agua. En el caso de las aguas residuales industriales, el parámetro a registrar será la Demanda Química de Oxígeno (DQO) (IPCC, 2006).

El método Nivel 1 requiere para estimar las emisiones de CH_4 en las Aguas Residuales Domésticas (ARD), seguir estos pasos fundamentales (los mismos para las aguas industriales utilizando en vez de la DBO, la DQO):

1. Calcular el total de Carbono Orgánico Degradable (TOW, por sus siglas en inglés), presente en las aguas residuales (Ecuación 26).
2. Clasificar las ARD por tipo de tratamiento y eliminación (sitio de descarga) para obtener los factores de emisión por cada tipo.
3. Se calculan las emisiones de CH_4 ajustados a cada componente orgánico, separado como lodos y recuperación de CH_4 (quema en antorcha).

Para lograr estos cálculos se hará uso de la ecuación 25.

$$FE = B_0 \times FCM_J$$

(Ecuación 25)

Donde:

FE	*= Factor de emisión (kg de CH_4/kgDBO).*
J	*= Tipo de PTAR y/o eliminación considerada.*
B_0	*= Capacidad máxima de producción de (CH_4 kg de CH_4/kgDBO).*
FCM_J	*= Factor de corrección del metano (fracción).*

Si no se dispone de datos de B_0 específico para el país, se utilizará el valor por defecto de 0.6 kg de CH_4/kgDBO.

Para calcular el TOW se requieren los datos de la población que tributa en cada sistema de tratamiento y su índice de generación de DBO por persona (Ecuación 26).

$$TOW = P \times DBO \times 0.001 \times I \times 365$$

(Ecuación 26)

Donde:

TOW	*= Total de materia orgánica en las aguas residuales del año del inventario (kg de DBO/ año).*
P	*= Población del país en el año del inventario (personas).*
DBO	*= DBO per cápita específico del país en el año del inventario (g/persona/día), véase el Cuadro 6.4 .*
0.001	*= Conversión de gramos de DBO a kilogramos de DBO.*
I	*= Factor de corrección para DBO industrial adicional, eliminado en las cloacas (si es recolectado el valor por defecto es 1,25, si no es recolectado el valor por defecto es 1,00.)*

Se utilizan por defecto los valores sugeridos para las urbanizaciones del cuadro 6.1 del Volumen 5, en el Capítulo 6 de las Directrices del IPCC, donde define el grado de utilización y la vía del tratamiento o eliminación o del método por grupo de ingresos.

Con el cálculo previo de estos datos, se puede utilizar la Ecuación 27 para estimar las emisiones totales de CH_4 procedentes de las aguas residuales domésticas.

$$\text{Emisiones de } CH_4 = [\Sigma_{I,J} = (U_i \times T_{i,j} \times EF_j)] (TOW\text{-}S)\text{-}R$$

(Ecuación 27)

Donde:

Emisiones de CH_4	*= Total de las emisiones de CH_4 durante el año del inventario (Gg de CH_4).*
TOW	*= Total de materia orgánica, en las aguas residuales del año del inventario (kg de DBO/año).*
S	*= Componente orgánico separado como lodo, durante el año del inventario (kg de DBO/año).*
U_i	*= Fracción de la población del grupo de ingresos i en el año de inventario, véase el Cuadro 6.5.*
$T_{i,j}$	*= Grado de utilización de vía o sistema de tratamiento y/o eliminación j, para cada fracción de grupo de ingresos i en el año del inventario.*
i	*= Grupo de ingresos: rural, urbano de altos ingresos y urbano de bajos ingresos.*
j	*= Cada vía o sistema de tratamiento/eliminación.*

EF_j	= Factor de emisión (kg de CH_4/kg de DBO).
R	= Cantidad de CH_4 recuperada durante el año del inventario (kg de CH_4/año).

La ecuación general para estimar las emisiones de CH_4 procedentes de las aguas residuales industriales se presenta en la Ecuación 28.

$$\text{Emisiones } CH_4 = \Sigma i \left[(TOW_i - S_i)\, EF_i - R_i\right]$$

(Ecuación 28)

Donde:

Emisiones de CH_4	= Total de las emisiones de CH_4 durante el año del inventario (kg de CH_4/año).
TOW	= Total de la materia orgánica degradable contenida en las aguas residuales de la industria i durante el año del inventario (kg de DQO/año).
i	= Sector industrial.
S_i	= Componente orgánico separado como lodo durante el año del inventario (kg de DQO/año).
EFA*	= Factor de emisión para la industria i, kg de CH_4/kg de DQO para la vía o sistema(s) de tratamiento y/o eliminación utilizada en el año del inventario.

**Nota: Si en una industria se implementa más de una práctica de tratamiento, este factor debe corresponder a un promedio ponderado.*

Las emisiones de N_2O pueden producirse como emisiones directas provenientes de las plantas de tratamiento o como emisiones indirectas provenientes de las aguas residuales, después de la eliminación de los efluentes en vías fluviales, lagos o en el mar. Las emisiones directas derivadas de la nitrificación y desnitrificación en instalaciones de tratamiento de aguas servidas pueden considerarse fuentes menores; en el Volumen 5 Desechos del IPCC, se brinda orientación para estimar estas emisiones en el Recuadro 6.1.

Típicamente, estas emisiones son mucho menores que las de los efluentes y solo pueden interesar a países donde predominan las plantas centralizadas avanzadas, de tratamiento de aguas servidas con etapas de nitrificación y desnitrificación, siendo este el caso de la planta de tratamiento de Managua.

La ecuación general simplificada es la Ecuación 29, emisiones de N_2O provenientes de los efluentes de aguas residuales.

$$\text{Emisiones de } N_2O = N_{efluente} \times EF_{efluente} \times 44/28$$

(Ecuación 29)

Donde:

Emisiones de N_2O	*= Emisiones de N_2O durante el año del inventario (kg N_2O/año.)*
N efluente	*= Nitrógeno en el efluente eliminado en medios acuáticos (kg N/ año).*
EFi	*= Factor de emisión para las emisiones de N_2O provenientes de la eliminación en aguas servidas (kg N_2O/kg N).*
EFefluente	*= Factor de emisión para las emisiones de N_2O provenientes de la eliminación en aguas servidas (kg N_2O/kg N).*
44/28	*= Factor de conversión de kg de N_2O-N en kg de N_2O.*

2.7.4.5. Datos de actividad

De los 153 municipios del país, el 56% tiene un sistema regular de recolección de basura, según el Decreto Ejecutivo N°25-2001 que establece el Plan Ambiental de Nicaragua 2001-2005 (Gobierno de Nicaragua, 2001). Se estima que el volumen de producción de desechos a nivel nacional es de 5.938 m3/día, de los cuales el 75% proviene del sector domiciliar y 25% del comercio, industria y hospitales. Se estima que la cobertura de recolección promedio a nivel nacional es de 54% y sectorizada en las áreas urbanas.

Para estimar los DA, se utilizaron los datos poblacionales de Nicaragua desde 1950 hasta el año 2015, desagregando la población que cuenta con cobertura de recolección de desechos sólidos en las áreas urbanas y el porcentaje a nivel nacional de la población que elimina los desechos de forma inadecuada, ya sea quemándola o enterrándola. Según el IV Censo de la Vivienda y el VII de Población (2006), el porcentaje ronda el 56.6% de la población a nivel nacional.

Los valores utilizados para la generación y composición de desechos fueron los valores por defecto proporcionados en las Directrices del IPCC (IPCC, 2006), debido a que no existen estudios científicos para el cálculo de estos a nivel nacional, y los obtenidos en estudios independientes y Alcaldías Municipales, son muy cercanos a los valores por defecto. Por ejemplo, en el caso de la generación de desechos per-capitas, 0.68 kg/ hab/día en el caso de Managua y 0.5 kg/hab/día para el resto del país (INIFOM, 2007).

Los datos de generación de desechos de origen industrial se calcularon siguiendo las orientaciones descritas en las Directrices del IPCC 2006 (IPCC, 2006), se utilizó el PIB histórico del país para obtener estos datos. Cabe mencionar que la relación de 5 Gg/$m PIB/año por defecto del IPCC se bajó hasta 1 Gg/$m PIB/año, en el caso de Nicaragua, por ser la economía nicaragüense poco industrializada, sobre todo en el área de manufacturas y estar orientada hacia el sector agropecuario.

Tratamiento y descarga de aguas residuales

La tecnología de tratamiento de las aguas residuales municipales en el país se ha diversificado en el período analizado para este inventario, anteriormente, lo más utilizado fueron las lagunas de estabilización (laguna primaria + laguna secundaria). 16 de estos sistemas siguen operando, algunos con ampliaciones; a partir de la ejecución de los proyectos del PISASH, los diseños de las plantas de tratamiento incluyeron la combinación de módulos de tratamientos primarios (rejillas, sedimentadores) + tratamiento secundario (reactores UASB + laguna facultativa + laguna de maduración), como se puede observar en la Figura 73.

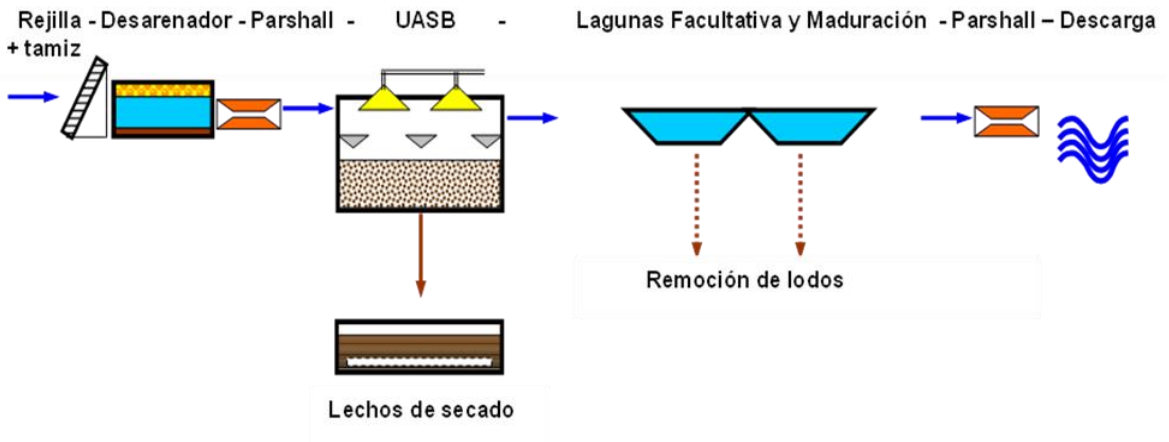


Figura 73. Diagrama de flujo del proceso de tratamiento

Fuente: PISASH, 2018.

Debido a la etapa anaerobia que poseen los nuevos sistemas instalados a partir del año 2014, muchos de estos contemplan la instalación de dispositivos de quemado de biogás, (antorcha) generados en los UASB (reactor biológico anaerobio).

Para el año 2010, 13 cabeceras departamentales brindaron tratamiento a las aguas residuales. Según ENACAL (2018), de 33 sistemas de alcantarillado sanitario que administran, solo cinco no recibieron tratamiento de las aguas residuales en esos años. En la actualidad, ENACAL administra 62 sistemas de tratamiento, incluyendo PTAR de residenciales.

Debido al inicio de operaciones de la Planta Managua, el porcentaje de tratamiento de las aguas residuales recolectadas en el país mejoró significativamente de 35.22%, en el año 2007, a 98.19% en el año 2011 y el índice de tratamiento pasó de 19.66% a 57.63%. (ENACAL, 2018).

2.7.4.6. Factores de emisión

Según las Directrices del IPCC 2006, es una buena práctica que cada país identifique los FE utilizados para las estimaciones de forma sistemática y objetiva. En la Tabla 74, se presentan los FE utilizados para el sector Desechos, por cada tipo de categoría fuente y sus incertidumbres asociadas.

Nicaragua no cuenta con FE propios, por tal razón, se han utilizado los valores por defecto de las Directrices del IPCC 2006.

Tabla 74. Factores de emisión utilizados por categoría/subcategoría/gas

Categoría	Gas Evaluado	Factor de Emisión*	Unidad de Medida	Incertidumbre	Fuente
4.A. Eliminación de desechos sólidos	CH_4	0.025- 0.085	g CH_4/Kg desechos	±30%	IPCC, volumen 4, cuadro 3.5.
4.B. Tratamiento biológico de desechos sólidos	CH_4	0.08 - 20	g CH_4/Kg desechos	+/- 25% o +/- 50%	IPCC 2006 Desechos. Capítulo 4: Tratamiento biológico de los desechos sólidos. Cuadro 4.1
4.C.2. Incineración abierta de desechos	CO_2	0.6	-	+/- 40%	IPCC 2006 Desechos. Vol. 5. cuadro 5.2
	-	0.4 - 1	dm	-	IPCC 2006 Desechos. Cuadro 2.4
	-	0.3 - 0.5	Fracción	-	
	-	0.58	Fracción	-	
	CH_4	60	Kg CH_4/Gg	± 10%	IPCC 2006 Desechos. Cuadro 5.3, incineración por lotes.
	N_2O	56	Kg N_2O /Gg	+/- 10 %	IPCC 2006 Desechos. Cuadro 5.4, incineración por lotes.
4.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	CH_4	0 - 0.8	Kg CH_4/Gg	± 40%	IPCC 2006 Desechos, cap. 6. tratamiento de aguas residuales. Cuadro 6.3.
	N_2O	0 - 0.36	Kg N_2O /Gg	± 30%	IPCC 2006 Desechos, cap 6. tratamiento de aguas residuales. Cuadro 6.4 y 6.5.

Fuente: Elaboración propia sobre las bases de las Directrices del IPCC 2006.

2.7.4.7. Resultado de la estimación de emisiones

Las emisiones de GEI en la serie temporal 2000-2015 han incrementado paulatinamente, desde los 249.37 Gg CO_2-eq en el año 2000, a 686.42 Gg CO_2-eq en el año 2015, lo que representa el 175.26% (Figura 74). Este comportamiento esta soportado por distintos factores, entre ellos:

- Aumento del PIB en el período 2010-2015, ya que la economía nicaragüense mantuvo un crecimiento sostenido próximo al 5% anual, incrementándose el PIB en un 38% respecto al año 2006. Estas condiciones, sumadas a las políticas públicas de reducción de la pobreza, fomentaron que el nivel de vida y que el consumo de los nicaragüenses aumentara, con el consecuente incremento de la generación de residuos por parte del ciudadano promedio.
- En este mismo sentido, una mayor inversión pública y privada generó el establecimiento de más empresas agroindustriales y manufactureras en el país, contribuyendo en la generación de residuos industriales. Esto ocasionó un mayor volumen de desechos depositados y eliminados en los distintos vertederos, así como una mayor generación y tratamiento de aguas residuales.
- Sellado y transformación del vertedero La Chureca. Este proyecto ha sido de gran importancia en el tema de manejo de desechos sólidos en el país. El vertedero fue transformado en un sitio de disposición y tratamiento de residuos sólidos con alta tecnología, que permite la disposición adecuada de los residuos y el reciclaje de estos.
- Construcción y operación de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Managua. Hasta el año 2009, la mayor ciudad de Centroamérica en términos de población, carecía de un sistema de tratamiento de sus aguas residuales, las que se descargaban hacia el lago Xolotlán a través de un sistema de alcantarillado sanitario con una pobre cobertura (rondando el 30% a inicios del año 2000); en ese año, entró en operación la planta más grande de Centroamérica dando servicio hasta el día de hoy a 1 millón de habitantes aproximadamente de la ciudad capital, por medio de un sistema centralizado moderno de tipo aerobio.

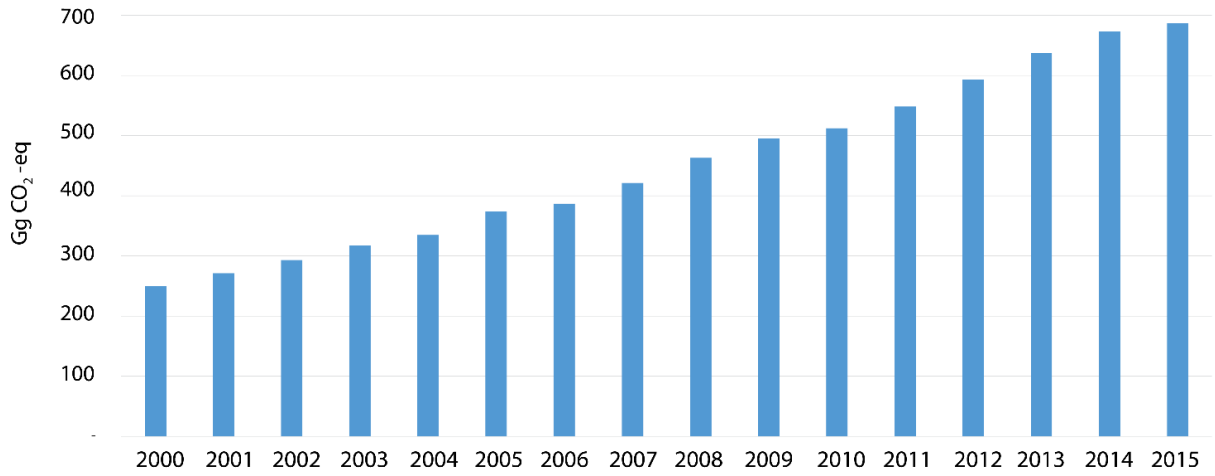


Figura 74. Emisiones totales de GEI en Nicaragua (2000-2015)

Fuente: Elaboración propia.

Eliminación de desechos sólidos

El incremento sostenido de las emisiones de metano provenientes de la Eliminación de desechos sólidos en Nicaragua obedece al crecimiento de la población, aumento del PIB del país y a las prácticas de disposición de residuos en el país, que no ha variado significativamente en las últimas décadas, siendo la disposición de desechos en vertederos a cielo abierto no gestionados la más utilizada en el país (Figura 75).

Las emisiones representan los desechos generados, tanto en el sector municipal, comercial e industrial, ya que el país carece de instalaciones especializadas en el manejo y disposición final de desechos, reportándose únicamente los vertederos manejados por las municipalidades, como sitios de disposición de residuos en el país.

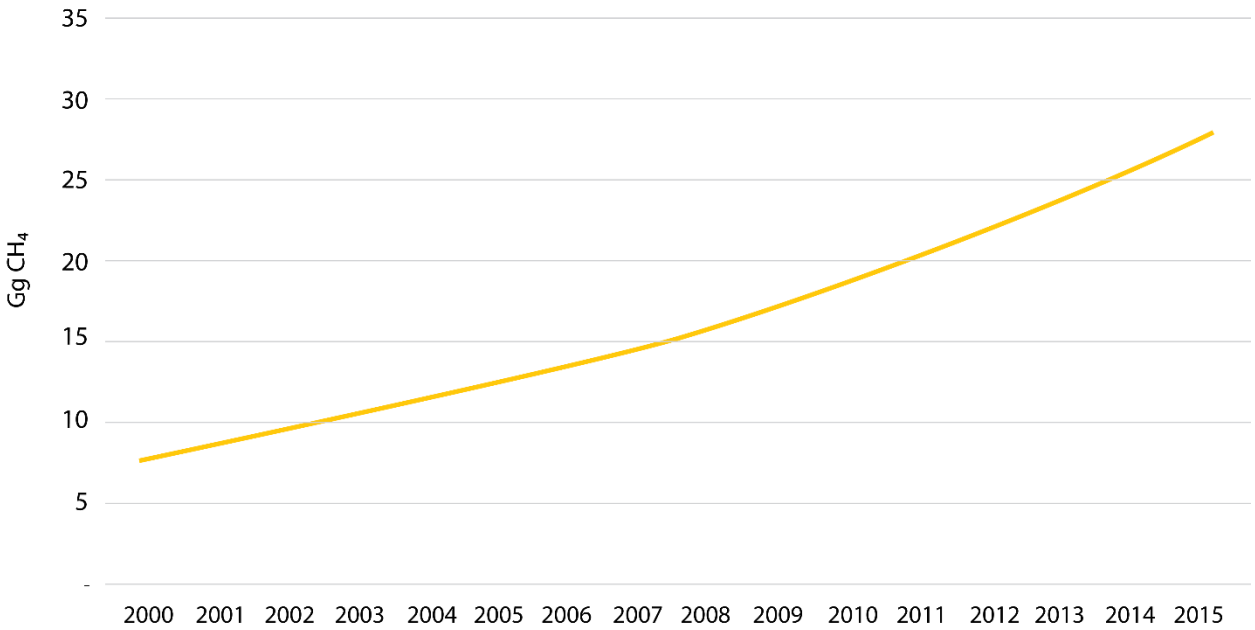


Figura 75. Emisiones de metano provenientes de la eliminación de desechos sólidos en Nicaragua (2000-2015)

Fuente: Elaboración propia.

Tratamiento biológico de los desechos sólidos

En este INGEI, la categoría Tratamiento biológico de los desechos sólidos no se estimó al no disponerse datos sobre la práctica de generación de abono orgánico y/o tratamientos en los sitios de disposición.

Las emisiones de N_2O en esta categoría no fueron estimadas, debido a que el proceso para que se genere este tipo de emisiones requiere que la disposición de los residuos esté permanentemente (sumergido) en contacto con el agua y de esta forma se propicie la volatilización del elemento nitrógeno; condición que no se presenta en los vertederos del país.

Incineración abierta de desechos

En la categoría Incineración abierta de desechos, las emisiones se estimaron tomando en cuenta la población que no cuenta con el servicio de recolección de desechos sólidos, quedando conformada por la población rural y la población urbana, que no recibe dicho servicio.

El gas mayoritariamente emitido de esta categoría fue el CO_2, seguido del CH_4 y por último del N_2O. La evolución de las emisiones presentó un incremento sostenido durante la serie temporal 2000-2015, como se puede apreciar en la Figura 76.

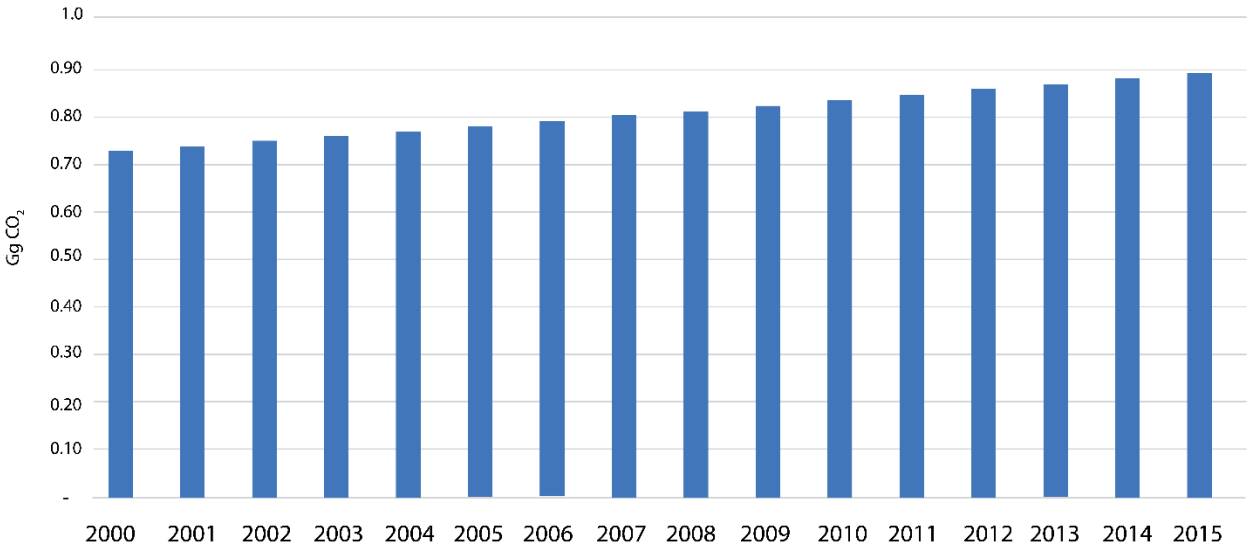


Figura 76. Emisiones de dióxido de carbono provenientes de la incineración abierta de desechos en Nicaragua (2000-2015)

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la generación de metano, el incremento durante la serie temporal fue sostenido iniciando en unos 0.0077 Gg CH_4 en el año base 2000, hasta 0.0099 Gg CH_4 en el año 2015. Como se puede observar en la Figura 77.

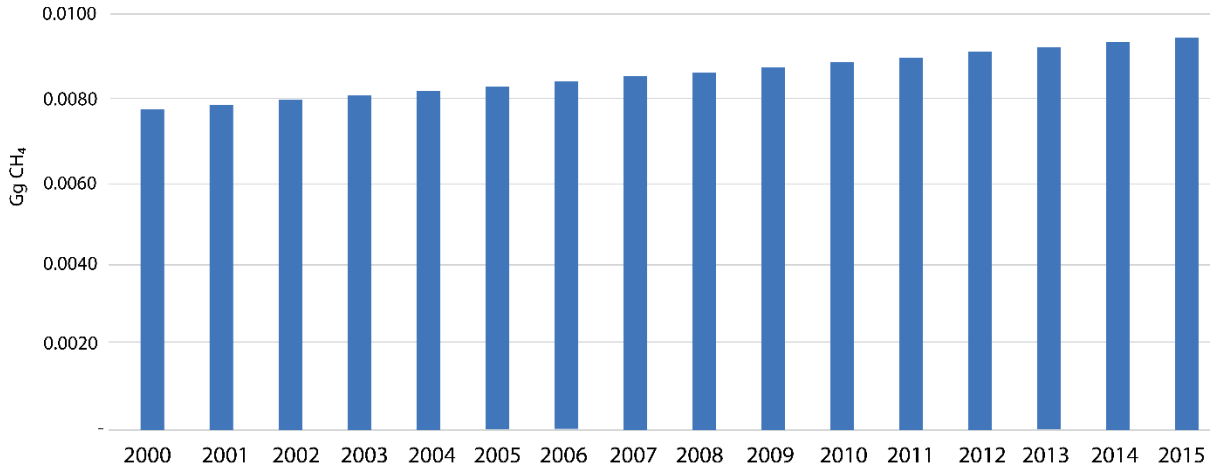


Figura 77. Emisiones de metano provenientes de la incineración abierta de desechos en Nicaragua (2000-2015)

Fuente: Elaboración propia.

Tratamiento y descarga de aguas residuales

La categoría de Tratamiento de aguas residuales contempla las estimaciones de las emisiones provenientes del tratamiento de las descargas de aguas residuales domésticas que incluyen las aguas de uso doméstico, institucionales, comerciales e industriales. La subcategoría Aguas residuales industriales no fue estimada, por considerar que la mayoría de las grandes industrias que cuentan con sistemas de tratamiento, descargan a su vez a los sistemas de tratamiento municipales, lo cual podría duplicar las estimaciones. Otro factor fue la falta de acceso a la base de datos de los análisis de las aguas residuales de las industrias que realizan sus descargas de manera independiente hacia un medio receptor (infiltración, suelo, cuerpos de agua).

Para construir la base de datos, se utilizaron los registros proporcionados por la ENACAL, la cual opera los 62 sistemas de tratamientos municipales (PTAR) y residenciales que actualmente funcionan en el país.

Los principales parámetros utilizados fueron: cantidad de conexiones domiciliares hacia cada sistema, el caudal de entrada, y la concentración de la carga orgánica promedio anual (DBO), analizada por esta empresa en cada uno de los sistemas que opera.

De allí se aplicaron las fórmulas para obtener la materia orgánica (TOW) de cada sistema por año y las emisiones de GEI.

La información que no se obtuvo a través de ENACAL, se investigó en distintas fuentes y en algunos casos, se calcularon los datos para obtener los distintos parámetros requeridos.

Uno de los primeros cálculos se realizó para obtener la carga orgánica aplicada total de cada sistema, ya que como se mencionó anteriormente, los datos estaban expresados en concentración de DBO y la metodología del IPCC requiere que estos se presenten en carga másica, por lo tanto, se acudió a una fórmula de transformación.

Para obtener la carga total aplicada se utilizó la Ecuación 30:

$$CTA = Q\ (promedio\ diario/año)/CDBO_5(entrada/promedio/diario/año)$$

(Ecuación 30)

Donde:

Q *= Caudal promedio diario en m^3/día,*
C *= Concentración de DBO entrada en kg/m^3.*

Para obtener la población tributaria a las distintas PTAR, se multiplicó el número de conexiones por 5.5, que es el promedio nacional (según censo 2005) de personas de un

hogar nicaragüense hasta el año 2005 para todo el país y 5.2 para Managua (Municipio). A partir del 2006 hasta 2015, se multiplicó 5.2 para el resto del país y 5 para Managua.

Para las DBO per cápita, que no se pudieron calcular (por falta de datos), se usó la categorización de 40 gDBO/hab/día para pobladores urbanos de ingresos bajos y de 50 gDBO/hab/día para pobladores urbanos de ingresos altos, que son muy cercanos a datos obtenidos en campo por estudios realizados por ENACAL, los cuales indican 47g a partir del 2009 en el caso de Rivas y 58 g en Managua.

En el caso de la PTAR de San Rafael del Sur, que muestra un parámetro mucho mayor a la media nacional, se explica por el aporte que la industria local realiza al sistema, cuya población conectada es relativamente pequeña y los aportes industriales de CEMEX y otras empresas podrían ser responsables de tan alto aporte per cápita.

Se calcularon las emisiones de las aguas residuales domésticas de la población urbana, que no posee cobertura de alcantarillado sanitario. Además, se calculó las emisiones de las aguas residuales domésticas rurales que no poseen sistema de recolección de aguas servidas.

La evolución de las emisiones de GEI de la categoría de Aguas residuales domésticas presenta un incremento gradual, con algunos descensos en años específicos influenciados principalmente por el mantenimiento realizado a los diversos sistemas a partir del año 2010 y por la implementación de quemadores de biogás en algunos sistemas, lo cual resta en las emisiones totales de metano de las PTAR, bajo estas condiciones.

En la Figura 78, se presenta la evolución de las emisiones de metano en la categoría Aguas residuales domésticas.

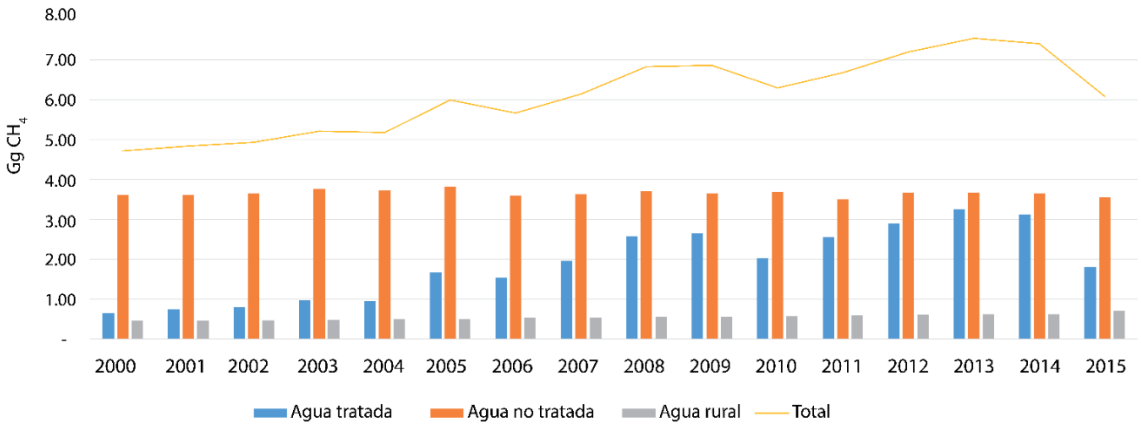


Figura 78. Emisiones de metano provenientes del tratamiento de aguas residuales domésticas en Nicaragua (2000-2015)

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 79, se puede observar que a partir del año 2006 se incrementa la generación de metano en las aguas urbanas tratadas, este se ve influenciado por el cambio tecnológico en una de las principales plantas de tratamiento de agua que se transformó de un sistema lagunar de tipo aeróbico a un sistema de reactores anaerobios.

Las emisiones de las aguas urbanas no tratadas se mantienen, pero decrecen con los años a medida que se incrementa la cobertura de tratamiento de las aguas municipales en distintas ciudades del país y se ejecuta la conversión tecnológica. En el caso de las aguas no tratadas rurales, las emisiones se mantienen con poco crecimiento a lo largo de toda la serie temporal.

Para el caso de las emisiones de N_2O, estas solo se estimaron en las aguas residuales domésticas urbanas tratadas, cuya descarga es directamente a un cuerpo de agua receptor. Para calcular la fracción de nitrógeno presente en las aguas residuales, se utilizaron los datos por año del consumo de proteína per cápita del nicaragüense promedio para la serie temporal 2000-2015, obtenido de la FAO-CEPALSTAT.

En la Figura 79, se puede observar la evolución de las emisiones de N_2O provenientes del tratamiento de aguas residuales domésticas para la serie temporal 2000-2015.

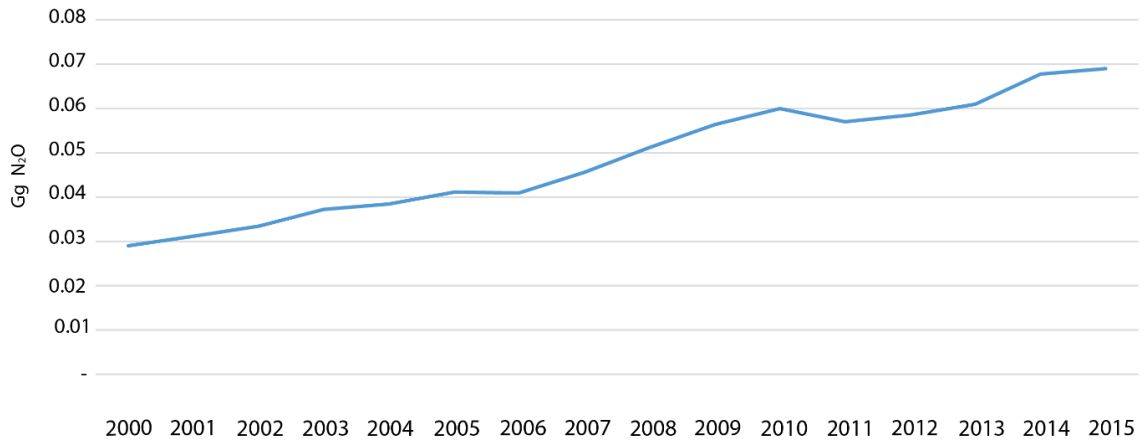


Figura 79. Emisiones de óxido nitroso provenientes del tratamiento de aguas residuales domésticas en Nicaragua (2000-2015)

Fuente: Elaboración propia.

2.7.4.8. Incertidumbre y coherencia temporal

Para el caso del sector Desechos, si bien se utilizó la herramienta de cálculo de incertidumbre proporcionada por las Directrices del IPCC (IPCC, 2019), los porcentajes de incertidumbre se estimaron de forma cualitativa, asignando un porcentaje alto para los cálculos que requieren datos de población en un rango del 75%, debido a que Nicaragua no cuenta con un censo de población actualizado.

En el caso de los datos para aguas residuales, se estimó un porcentaje medio de 50%, debido a que además de los datos de población, el sector utilizó información proporcionada por ENACAL (2018).

La incertidumbre del sector Desechos alcanzó el ±71%, dominada principalmente por la incertidumbre los FE por defecto y DA, estimados a partir de estadísticas nacionales e internacionales utilizados para realizar las estimaciones. La incertidumbre de la tendencia del sector es de ±234%, siendo la más alta del INGEI.

2.7.4.9. Control de calidad y verificación

El control de calidad y verificación de los datos utilizados para los cálculos, se realizó revisando las estadísticas nacionales publicadas y los datos proporcionados por ENACAL, para asegurar la fiabilidad y disminuir el margen de incertidumbre ocasionado por el levantamiento y tratamiento de datos, en el proceso de homologación de categorías y unidades de medida, utilizado para realizar las conversiones y cálculos requeridos para este sector.

2.7.4.10. Realización de nuevos cálculos

Principales diferencias entre el tercer y cuarto INGEI del sector Desechos:

1. En el tercer INGEI no se utilizó el método FOD para la estimación de los GEI provenientes de la categoría Eliminación de desechos; los DA utilizados se basaron en estudios realizados por el consultor en distintos SEDS, reportados como oficiales por las autoridades.

   De estos estudios, se derivaron los datos como generación per cápita de desechos en el sitio, composición de la basura y categorización del sitio de eliminación de desechos sólidos.

   No obstante, esta clasificación y formulación de los datos de actividad no toma en cuenta la población tributaria a los sitios. Solamente considera la cantidad de residuo depositado en los sitios anualmente, condición que plantea el inconveniente de no contar con estimaciones fiables de la cantidad de basura generada durante los últimos 50 años tal como lo requiere el método FOD.

   En el cuarto INGEI, se utilizaron los censos poblacionales de los últimos 50 años, a partir de la base de la serie temporal en estudio (año 2000) hasta el año 2015, así como el uso por defecto de:

   - La generación de desechos per cápita por habitante por día, sugerido en las Directrices del IPCC 2006, debido a la falta de estudios fiables que

determinaran este parámetro en los distintos municipios del país y en la línea de tiempo requerida.

- La composición de los desechos.
- El incremento del PIB del país, que estima el aporte de desechos de origen industrial.
- Todos estos datos de actividad se introdujeron en la hoja de trabajo del IPCC-Waste Model, permitiendo aplicar el método FOD para las estimaciones de los GEI provenientes de la categoría Eliminación de desechos.

2. En el tercer INGEI se estimó la categoría Tratamiento biológico de los desechos sólidos, basándose en datos obtenido de un único sitio, donde se desarrollaba un proyecto piloto de compostaje de desechos sólidos.

   En el cuarto INGEI no se estimó la categoría Tratamiento biológico de los desechos sólidos, ya que no se encontraron datos sobre la práctica de compostaje u otra práctica de tratamiento biológico.

3. En el tercer INGEI, para establecer la DBO per cápita kgDBO*hab/día en la categoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales, se utilizaron cuatro clasificaciones para determinar la misma (DBO) en un rango de 35 a 50, esta clasificación se basó en los índices de pobreza de cada municipio:

   - Municipios clasificados como de pobreza severa: 35 $gDBO_5$/hab-día.
   - Municipios clasificados como de pobreza alta: 35 $gDBO_5$/ hab-día.
   - Municipios clasificados como de pobreza media: 40 $gDBO_5$/ hab-día.
   - Municipios clasificados como de pobreza baja: 45 $gDBO_5$/ hab-día.

   Y para Managua, se utilizó el valor de 56 $gDBO_5$/hab-día, basados en los estudios de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad. No se tomaron en cuenta las PTAR de los residenciales.

   Se estimaron los GEI provenientes de:

   - Las aguas residuales domésticas urbanas que reciben tratamiento (PTAR) y de las aguas residuales domésticas, que no son colectadas por sistema de alcantarillado sanitario y se depositan en letrinas (rural).

     En el cuarto INGEI, se utilizaron los valores de la concentración de la DBO promedio anual de cada sistema de tratamiento, obtenidos del control efectuado por ENACAL. Estos valores junto a los registros de conexiones de viviendas a los sistemas, dieron como resultado la determinación de la carga

orgánica total aplicada a cada sistema. De esta forma se logró obtener la DBO per cápita (kgDBO*hab/ día) de cada sistema.

En los casos donde no se logró obtener información sobre las conexiones domiciliares a los sistemas, ni del monitoreo de la DBO, se estableció el siguiente criterio:

- 40 $gDBO_5$/ hab-día para los municipios considerados como pobre.
- 50 $gDBO_5$/ hab-día, para los municipios con baja pobreza.

Este criterio se aplica debido a que las PTAR se encuentran por lo general en las cabeceras departamentales y atienden a una población que no está clasificada como pobreza severa o de alta pobreza, clasificación que se puede encontrar en zonas rurales o zonas alejadas de los centros urbanos.

Por tanto, el valor de 35 $gDBO_5$/ hab-día solo fue dado a la zona rural, la cual carece de servicios de recolección de aguas residuales ni de tratamiento de las mismas.

Se estimó la generación de GEI de los sistemas de tratamiento de los residenciales, provenientes de:

- Aguas residuales domésticas urbanas con tratamiento (PTAR).
- Aguas residuales domésticas urbanas sin tratamiento y sin colectar, lanzadas a cauces abiertos u otro tipo de destino.
- Aguas residuales domésticas rurales (letrinas).

En la generación de metano proveniente de las PTAR, debido al cambio tecnológico de algunos sistemas, se restó la quema de metano en antorcha, en los casos que lo ameritaban, así como el lodo extraído durante los mantenimientos reportados de los sistemas, por parte de ENACAL.

4. En el tercer INGEI se utilizaron valores propios para el FE de metano que es expresado en $kgCH_4$/kgDBO, según el tipo de tecnología de tratamiento, por ejemplo, para fosas sépticas, sumideros y fosas filtros se utilizó un factor en el rango de 0.46 a 0.30 $kgCH_4$/kgDBO.

   En el cuarto INGEI, se utilizaron los valores por defecto para el factor de emisión de metano, descrito en las Directrices del IPCC; se utilizó el valor de 0.25 $kgCH_4$/ kg DQO para la tecnología aerobia de tratamiento y para las letrinas y de 0.6 kg CH_4/kgDBO para la tecnología anaerobia de tratamiento (biodigestores, reactores UASB).

Como resultado de lo anterior, en el cuarto INGEI se recalcula toda la serie temporal utilizando parámetros más específicos, teniendo una diferencia significativa en cada quinquenio (Tabla 75).

Tabla 75. Comparación entre inventarios del sector Desechos (Gg CO_2-eq)

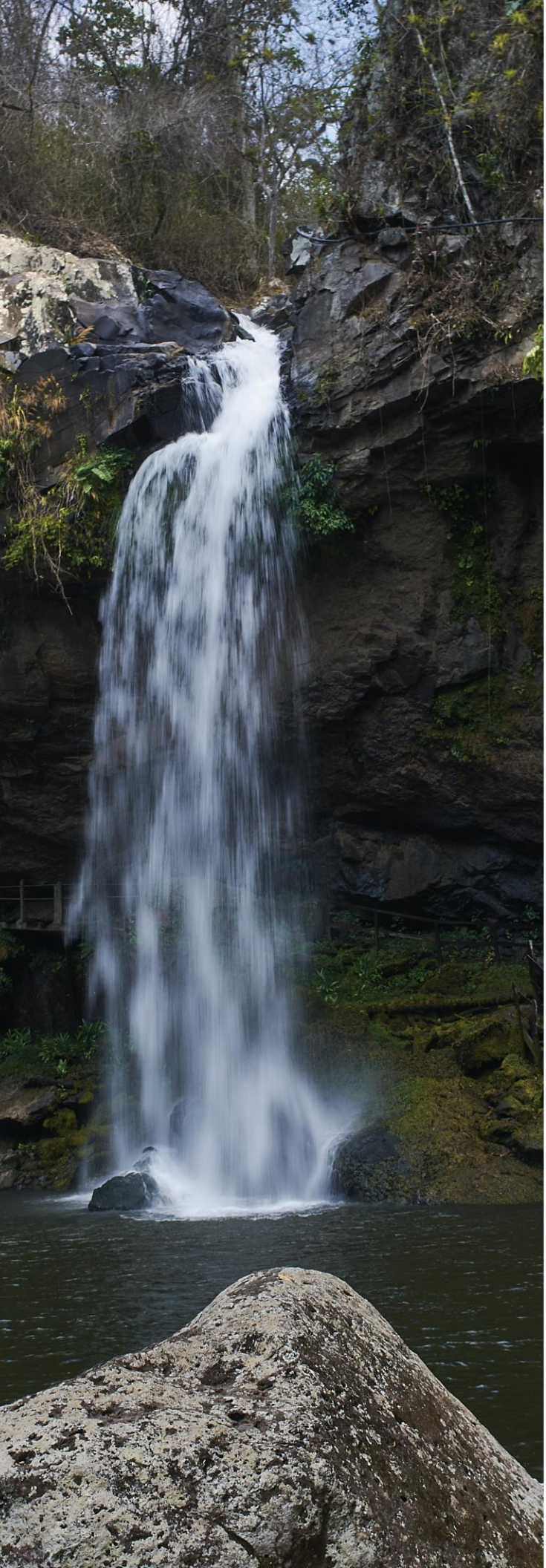
Inventario	Emisiones (Gg CO_2-eq)		
	2000	2005	2010
Tercero	230.44	236.94	302.93
Cuarto	249.37	373.50	512.20
Diferencia	**18.93**	**136.56**	**209.27**
Diferencia en %	**8.21**	**57.63**	**69.08**

Fuente: Elaboración propia.

2.7.4.11. Plan de mejora del sector Desechos

Considerando los resultados del proceso de revisión y análisis realizado por expertos internacionales, mediante los revisores de pares, a continuación, se presentan las acciones de mejora que serán desarrolladas en el sector:

- Elaborar un formato de recolección de datos de actividad consensuado, validado y aprobado por las autoridades institucionales, para facilitar la captura y archivo de los datos de actividad del sector.
- Fortalecer la alianza interinstitucional con INIFOM y ENACAL para captura de los datos de las necesidades del inventario a nivel nacional, departamental y municipal, lo que permitirá desglosar la caracterización y así mejorar la estimación.
- Fomentar estudios científicos de generación y composición de residuos sólidos a nivel nacional, así como un diagnóstico de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) domiciliares, a nivel nacional e incorporar las PTAR industriales a este diagnóstico.
- Realizar un análisis de disposición de los lodos de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), a fin de mejorar la calidad de las estimaciones.
- Desarrollar un diagnóstico de la cantidad, capacidad, características y ubicación de biodigestores a nivel nacional, a fin de conocer la cantidad de producción de metano y las diferentes formas de liberación (conversión en calor o electricidad o uso de antorcha).



3 Acciones de Mitigación

Este capítulo sistematiza y brinda un análisis de las acciones de mitigación al cambio climático, realizadas por Nicaragua durante el período 2010-2015 que demuestran el cumplimiento de las metas y compromisos nacionales e internacionales.

Las acciones de mitigación son medidas que impactan en la reducción de las emisiones de GEI y/o el aumento de las absorciones de CO_2, con el fin de mantener y/o reducir las concentraciones de GEI en la atmósfera (IPCC, 2019).

En el contexto de la política climática, las medidas de mitigación son tecnologías, procesos o prácticas que contribuyen a la mitigación, por ejemplo, gestión de las tierras, los bosques y los árboles, tecnologías bajas en emisiones para agricultura, energía renovable, procesos de minimización de desechos y prácticas que promueven el uso del transporte público (IPCC, 2019).

En este sentido, se analizaron:

1. Instrumentos de política, facilitadores de condiciones, que habilitan y facilitan la formulación e implementación de medidas de mitigación puntuales.
2. Programas y proyectos que desarrollan acciones en diferentes sectores e impactan de forma directa o indirecta en la mitigación.

Las acciones de mitigación descritas en este capítulo, se presentan de acuerdo con los instrumentos de política del país y los sectores del IPCC 2006.

3.1. Instrumentos de políticas públicas

Nicaragua ha realizado esfuerzos significativos hacia el fortalecimiento de la capacidad institucional y la definición de políticas públicas e instrumentos de gestión que contribuyan a la mitigación del cambio climático. A continuación, se describen los principales aportes, desde las políticas públicas del país vinculadas a la mitigación.

Plan Nacional de Lucha Contra la Pobreza y para el Desarrollo Humano (2022-2026)

Contiene políticas, estrategias y acciones transformadoras, que ratifican la ruta de crecimiento económico, la defensa y restitución de los derechos de las familias nicaragüenses con reducción de la pobreza y las desigualdades. Contiene 12 lineamientos estratégicos esenciales para seguir cambiando Nicaragua, dando continuidad a las políticas, programas y proyectos exitosos que se han desarrollado. Además, incorpora nuevos elementos para responder al complejo contexto mundial y nacional.

En el lineamiento N°12 del PNLCP-DH (Gobierno de Nicaragua, 2021c), “Gestionar sosteniblemente los bosques; luchar contra la desertificación; detener y revertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad”, se listan las siguientes acciones que desarrollará el Gobierno de Nicaragua para atender la mitigación, ante el cambio climático:

- Establecer prácticas ambientales de restauración en 43,672.10 ha por medio del aumento de la cobertura vegetal, en sistemas agroforestales, silvopastoriles y bosque a la orilla de ríos.
- Identificar y caracterizar 211,824.32 ha de regeneración natural en 10 áreas protegidas.
- Plantar 1,672.43 km lineales de cortinas rompevientos en áreas protegidas y fincas agropecuarias.
- Realizar monitoreo, seguimiento y evaluación, en al menos 78,474 ha de bosques de pino, a fin de prevenir las afectaciones por plaga del gorgojo descortezador, en las Reservas Naturales en los departamentos de Estelí, Nueva Segovia, Madriz, Jinotega, Matagalpa, Chinandega y León.
- Se contribuirá al cuido y conservación de 7,500 ha de bosque, cuencas hidrográficas, zonas de recarga hídrica y biodiversidad, a través de la emisión de permisos de uso, manejo de suelo y ecosistemas terrestres y manejo ambiental de material vegetativo.
- Implantar planes especiales, en atención a la restauración de las áreas protegidas afectadas por los huracanes ETA e IOTA.
- Se continuará implementando la Estrategia Nacional para la Prevención y Control de los Incendios Forestales y Agropecuarios en Áreas Protegidas, en articulación con más de 1,400 observadores ambientales e instituciones del Gobierno a nivel nacional.

En la Tabla 76, se resumen los principales logros alcanzados en el sector AFOLU reportados en el PNLCP-DH. Estos logros contribuyen a mejorar las condiciones de vida de las familias nicaragüenses.

Tabla 76. Principales logros del Sector AFOLU

Logros 2007 -2020
• 9,000 familias en procesos de reconversión de la cadena de valor del sector ganadero, con establecimiento de modelos productivos, eficientes y ambientalmente sostenibles.
• 1,000 instalaciones de producción y procesamiento de café y cacao, compatibles con una mayor disponibilidad y eficiencia del agua en cultivos agrícolas y hogares.
• 698 protagonistas con incentivos económicos, para establecer sistemas silvo-pastoriles y de protección de fuentes de agua.
• Al menos 750 manzanas de pastos, forrajes y alternativas tecnológicas, con alto contenido proteico para la nutrición del hato ganadero, en cada época del ciclo agrícola.
• 1,000 obras de cosecha de agua construidas para producción de forrajes y suministro de agua, para abrevaderos y promoción de modelos de fincas.
• 100 modelos de fincas que potencian las buenas prácticas ganaderas y sistemas silvopastoriles, adaptadas a las condiciones agroclimáticas.

Fuente: Elaboración propias en base al Plan Nacional de Lucha contra la Pobreza y para el Desarrollo Humano, 2022-2026.

Política Nacional de Cambio Climático

Es un instrumento que ofrece el marco estratégico de largo plazo para guiar las transformaciones que Nicaragua ha impulsado y desarrollado para hacer frente a los desafíos del cambio climático. Se encuentra vigente y, en el Pilar 2: Medidas Integradas de Mitigación, incorpora cinco políticas y sus correspondientes líneas de acción para la gestión de la mitigación en el país (Tabla 77).

Tabla 77. Pilar 2: Medidas Integradas de Mitigación

Políticas	Líneas de Acción
Política 1. Conservar, restaurar y lograr el uso racional de los bosques, y promover las plantaciones forestales en zonas con potencial.	• Impulsar con prioridad los procesos de regeneración natural de los bosques y suelos, y definir políticas e incentivos para el mantenimiento de la cobertura vegetal nativa de ecosistemas, frente a otros usos del suelo que reducirían emisiones de GEI. • Reforzar los programas de recolección y preservación de semillas de especies de árboles nativos de cada tipo de bosque del país, para su reproducción en viveros y propagación clonal.

Políticas	Líneas de Acción
Política 1. Conservar, restaurar y lograr el uso racional de los bosques, y promover las plantaciones forestales en zonas con potencial.	• Fortalecer la implementación de la Cruzada Nacional de Reforestación y Restauración del Paisaje Natural, para la protección y recuperación de zonas de recarga hídrica y cuerpos de agua; la reducción de riesgos a erosión y deslizamientos, el aumento y/o mantenimiento de la biodiversidad en áreas protegidas y corredores biológicos. • Mejorar la digitalización de servicios en línea y del sistema de trazabilidad forestal y cadena de custodia, para fortalecer la atención a los protagonistas de manera expedita y eficiente. • Fomentar el aprovechamiento sostenible y gobernanza del bosque y los recursos naturales, desde los gobiernos territoriales y comunales. • Lograr un manejo efectivo de emergencias ambientales en los bosques. • Fortalecer el monitoreo de bosques mediante muestreos anuales y la formulación del Inventario Nacional Forestal con metodología actualizada y cumplimiento de calidad. • Fomentar la responsabilidad social empresarial privada en el cambio de los modelos productivos agropecuarios hacia el manejo forestal sostenible. • Diseñar un mecanismo de monitoreo del uso de suelos y bosques en los territorios de los Pueblos Originarios y Afrodescendientes, en consenso con los Gobiernos Territoriales Autónomos. • Promover la restitución de derechos de los Pueblos Originarios y Afrodescendientes, a través de proyectos de forestería comunitaria. • Promover y fomentar inversiones público-privadas para la instalación y funcionamiento de nuevas empresas y emprendimientos forestales, incluyendo a los Pueblos Originarios y Afrodescendientes. • Implementar el Fondo Nacional de Inversiones Forestales, con el objetivo de canalizar capitales internacionales y nacionales para inversión privada e institucional, dirigidos a diferentes formas de reforestación, forestación y manejo de bosques naturales, promoviendo la trasformación de formas de producción agrícolas y ganaderas en sistemas agroforestales y silvopastoriles. • Impulsar la implementación y el financiamiento del Fondo Ambiental a través de iniciativas de gestión climática asociadas a las Áreas Protegidas, Manejo de Cuencas y Biodiversidad.

Políticas	Líneas de Acción
Política 2. Promover la reducción de emisiones de GEI y el aumento del secuestro de carbono en los sistemas de producción agropecuaria, en el marco de la mejora de la eficiencia, la productividad, la resiliencia y la capacidad adaptativa, en coordinación con otras políticas de conservación, protección ambiental y adaptación climática.	• Brindar asistencia técnica y capacitación para la cuantificación de captura de carbono de los sistemas agroforestales asociativos, y en ecosistemas vinculados a la producción de alimentos. • Impulsar el desarrollo y aplicación de tecnologías y prácticas de reducción de la intensidad de emisiones en los sistemas de producción agropecuaria, que apuntalen la sostenibilidad ambiental, social y económica, así como su reconocimiento a través de la promoción de prácticas de producción más limpia. • Fortalecer el monitoreo de normas y exigencias internacionales relativas a mitigación y reducción de GEI que puedan afectar la inserción y competitividad internacional de los sistemas de producción agropecuaria e identificar oportunidades de mercado. • Facilitar la integración de acciones específicas del sector privado agropecuario que permitan la reducción de las emisiones de GEI en el mediano plazo y desarrollar la capacidad del país en evaluar los impactos de todas las medidas y acciones del sector agropecuario tanto en el sector público como privado, y el cálculo de su impacto como aporte a las metas de reducción de emisiones del país.
Política 3. Propender a la reducción de emisiones de GEI de los sistemas de transporte, a través del aumento de la eficiencia y la combinación de fuentes de energía, modos y tecnologías de menores emisiones.	• Generar las condiciones de partida para aumentar la participación de vehículos eléctricos, híbridos y otras tecnologías bajas en emisiones de GEI en los distintos sectores de la cadena de transporte. • Promover la articulación entre los sistemas de transporte, los instrumentos de gestión territorial y el diseño de infraestructuras, procurando mejorar la eficiencia y reducción de las emisiones de carbono en las actividades de transporte. • Desarrollar instrumentos normativos y financieros que promuevan sistemas de transporte de bajas emisiones de carbono. • Propiciar un cambio paulatino de las unidades de transporte de carga terrestre por unidades más modernas. • Reforzar el sistema de control de emisiones vehiculares.
Política 4. Profundizar la diversificación de la matriz energética en fuentes de baja intensidad de emisiones de GEI y extender la promoción de la eficiencia y uso responsable de la energía.	• Profundizar la participación de energías renovables y otras fuentes limpias en la matriz energética. • Planificar la construcción de embalses hidroeléctricos y de almacenamiento, para mejorar el equilibrio de carga y resistencia, y para incrementar el aumento del almacenamiento de agua. • Profundizar la promoción de la eficiencia energética en el sector industrial, a través de instrumentos que incorporen información sobre los niveles de emisión de GEI.

Políticas	Líneas de Acción
	• Valorar y aprovechar el rol de las mujeres y los jóvenes en los cambios de patrones de consumo, para lograr eficiencia energética y mayor participación de las energías renovables en la vida de la familia y la comunidad, para mejorar su calidad de vida y su salud.
Política 5. Promover el desarrollo bajo en carbono de sistemas de producción industrial, minera, y de servicios, con mejores capacidades de adaptación y resiliencia al cambio y variabilidad climática.	• Evaluar en el diseño de planes y proyectos específicos las necesidades de mitigación y mejora de la resiliencia en los sistemas de producción industrial, minera, comercial y de servicios. • Impulsar modelos de gestión integral que promuevan economías circulares y la consideración del principio de jerarquía en la gestión de residuos, atendiendo a la reducción en la emisión de GEI. • Promover la gestión integral de residuos sólidos y aguas residuales para disminuir las emisiones de GEI, con base al principio de jerarquías de gestión y economía circular, con participación de los diferentes niveles de Gobierno. • Promover la incorporación de tecnologías de bajas emisiones de GEI en los sistemas de tratamiento y disposición final de residuos sólidos industriales y agropecuarios, y en los sistemas de tratamiento de aguas residuales industriales, de establecimientos agropecuarios y de minería. • Fortalecer monitoreo de normas y exigencias internacionales relativas al cambio climático, que puedan afectar la inserción y competitividad internacional de los sistemas de producción industrial y minera, e identificar oportunidades de mercado, así como el fortalecimiento de capacidades en su implementación.

Fuente: Elaboración propia en base a la Política Nacional de Cambio Climático (2022).

Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones Provenientes de la Deforestación y Degradación de los Bosques (ENDE-REDD+)

Desde el año 2008, Nicaragua participa en el mecanismo internacional REDD+, el cual fue diseñado por la CMNUCC, con el objetivo de reducir emisiones CO_2 por efectos de la deforestación y degradación de los bosques.

Como una efectiva respuesta a estos compromisos, Nicaragua cuenta con la "Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones Provenientes de la Deforestación y de la Degradación de los Bosques (ENDE-REDD+)", impulsada por el GRUN, a través del MARENA.

La ENDE-REDD+ se concibe como un instrumento de aplicación del marco estratégico y programático en materia de mitigación y adaptación ante el cambio climático, tiene por objeto contribuir a reducir emisiones por deforestación y degradación de los bosques, así como prevenir y reducir los impactos negativos del cambio climático, mediante el

aumento de la resiliencia, la capacidad de adaptación de los ecosistemas forestales y agropecuarios y de las poblaciones dependientes de estos, a fin de reducir la vulnerabilidad social, ecológica y económica, creando las capacidades para coadyuvar en la mitigación de GEI (principalmente de CO_2), en la gestión sostenible de los bosques, la conservación de biodiversidad, el aumento de los reservorios de carbono, la generación de co-beneficios de la conservación y generar una alternativa económica de ingresos complementarios, para las familias relacionados con la protección del patrimonio natural forestal del Estado nicaragüense.

Tiene como meta reducir la tasa de deforestación en al menos un 50% para el año 2040, la cual se alcanzará si se garantizan programas y proyectos que tengan un enfoque de manejo sostenible de los bosques y recuperación e incremento de cobertura forestal.

La ENDE-REDD+ representa una oportunidad para fortalecer la implementación del marco de políticas ambientales, consolidar inversiones propias y atraer inversión internacional, además contribuirá a disminuir riesgos ante desastres naturales, proteger y/o recuperar los recursos hídricos y ecosistemas degradados, restaurar el paisaje y proteger la biodiversidad.

En la Figura 80, se muestra el vínculo de la ENDE-REDD+ con las políticas y estrategias de país.

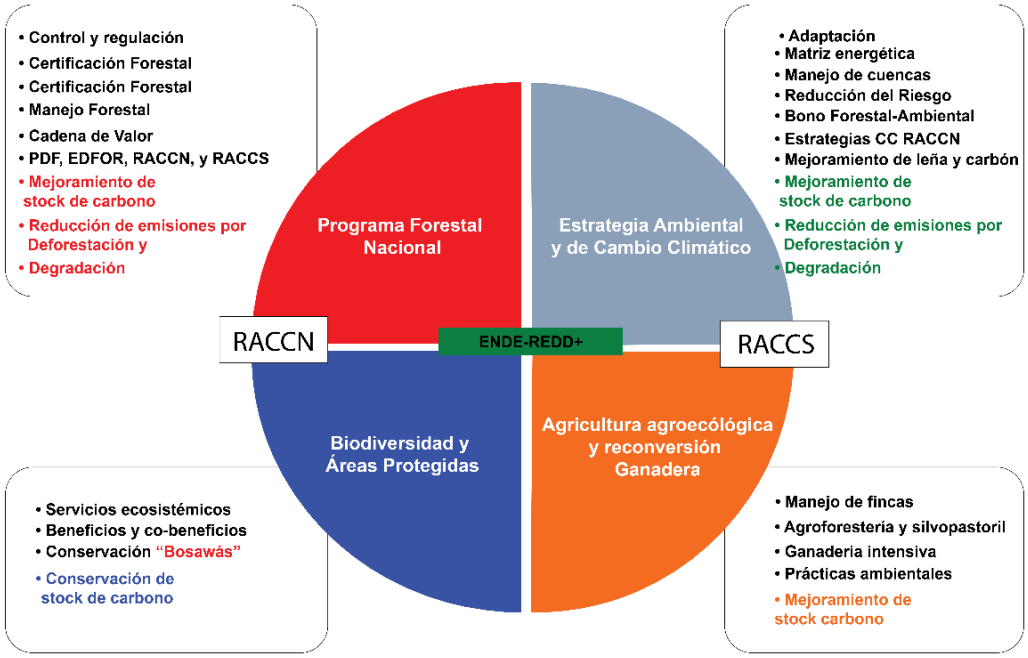


Figura 80. Vínculos de ENDE-REDD+ con las políticas y estrategias nacionales

Fuente: Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones Provenientes de la Deforestación y Degradación de los Bosques ENDE-REDD+ (MARENA, 2017b).

Los seis lineamientos de ENDE REDD+ son:

1. Fortalecer la concientización, educación, comunicación, y promoción de valores e información, relacionada con la protección de la Madre Tierra que tomen en cuenta la identidad territorial y la cosmovisión de pueblos originarios y afrodescendientes.
2. Fortalecer la coordinación nacional-regional y local y capacidad de los gobiernos relacionada con el uso de la tierra y los recursos naturales, considerando las leyes y políticas forestales, ambientales, agropecuarias y energéticas.
3. Impulsar la protección, conservación y restauración de paisajes y corredores biológicos, a través de la forestación, reforestación y regeneración natural en la Costa Caribe y Pacífico, Centro Norte.
4. Aumentar la producción agropecuaria-forestal sostenible y baja en emisiones, así como los ingresos de los productores y el empleo.
5. Impulsar las inversiones y el fortalecimiento de las cadenas de valor forestales y agropecuarias, con enfoque de mercados sostenibles y baja en emisiones; que valorizan la sostenibilidad y deforestación reducida.
6. Fortalecer las iniciativas de adaptación ante el cambio climático, en territorios de pueblos originarios y afrodescendientes de la Costa Caribe y Pacífico Centro Norte.

Estrategia Nacional Ambiental y de Cambio Climático (ENACC) y su Plan de Acción (2010-2015)

Se sustenta en el Artículo 60 de la Constitución Política y los principios del PNDH (2009-2011), restituyendo el derecho de la población a un ambiente sano. La estrategia contiene 5 lineamientos. El lineamiento N°4, “Mitigación, Adaptación y Gestión de Riesgo ante el Cambio Climático” está orientado a creación de capacidades y consecución de recursos, para crear la capacidad de adaptación, mitigación y reducción de riesgo ante el cambio climático y sus efectos negativos a la población del país, entre ellos:

1. Cambio de la matriz energética del país, con el propósito de reducir la generación de energía termoeléctrica y desarrollar el enorme potencial de energía, procedentes de fuentes renovables, para ello se han iniciado importantes proyectos de hidroeléctrica, geotermia, solar y energía eólica, proyectando al 2017 la generación de más de 1,000 MW, el 90% procedente de energía renovable.
2. Cruzada Nacional de Reforestación, con alcance nacional cuyo objetivo es proteger las fuentes de aguas y contrarrestar los efectos adversos de la deforestación, heredada de los gobiernos anteriores.

3. Planes nacionales, contra incendios forestales y no forestales que han permitido la reducción del 57% con relación al año 2007-2008, facilitando la regeneración natural de más de 1,000,000 ha de vocación forestal y evitando el cambio de uso del suelo, así como las emisiones de CO_2 a la atmósfera y contribución a la cosecha de agua.
4. Saneamiento de bosques, para la erradicación de la plaga del gorgojo descortezador en los bosques de pinares en el Norte y Región Central del país.
5. Erradicación del uso de sustancias químicas florurocarbonados, en sistemas de refrigeración en general, que afectan la capa de ozono.
6. Implementación de alternativas para el ahorro del consumo de leña, tales como biodigestores, cocinas de gas, cocinas ahorradoras de leña.

Estrategia de desarrollo de la Costa Caribe, el Alto Wangki y Bocay (2019 – 2029)

El Caribe y el Alto Wangki Bocay nicaragüense está integrado por 2 Regiones Autónomas y una Zona de Régimen especial, constituye el 46% del territorio nacional, comprende 20 municipios y 23 territorios de pueblos originarios y afrodescendientes. cuenta con el 89% de los bosques, más del 50% del hato ganadero y el 23% del total del área agrícola del país, 70% de la producción pesquera y 60% de los recursos mineros del país, más de 400 km de costas y 100 mil km^2 de plataforma marina en el Mar Caribe.

Debido a la importancia de la Costa Caribe, se realizó un proceso de revisión y análisis de actualización, a la Estrategia de Desarrollo de la Costa Caribe y el Alto Wangki y Bocay (2019-2029), la cual es un instrumento diseñado para transversalizar los programas y proyectos diseñados, para combatir las principales causas de la deforestación y degradación forestal. Dicha estrategia proyecta implementar un modelo producción-protección, más intensivo, más equitativo y ambientalmente sostenible. La estrategia contiene 4 ejes: i) Desarrollo Sociocultural; ii) Desarrollo económico territorial con enfoque de cambio climático; iii) Transformación Productiva y Económica y iv) Fortalecimiento de la institucionalidad autonómica, estructurados en 28 programas que a su vez contienen resultados/lineamientos, indicadores. cada uno estructurados con programas.

El eje 2: Desarrollo económico territorial con enfoque de cambio climático, indica que los Gobiernos Regionales y de la zona de Régimen Especial Alto Wangki Bocay, Gobiernos Territoriales, actores locales y sectores, asumen e identifican el desarrollo socioeconómico en un sentido amplio, comunal, territorial y multisectorial como el modelo articulador de los territorios, en la ejecución de su propia estrategia, en armonía con la naturaleza, dinamizando y acompañando a las autoridades en los diferentes eslabones

en la construcción del desarrollo rural y urbano, con enfoque territorial y de cambio climático.

Uno de los aspectos más relevantes del eje es que propone la implementación del programa 1 "Gestión Ambiental, Gestión de Riesgo y Cambio Climático", el cual está directamente vinculado al objetivo del Programa de Reducción de Emisiones de la Costa Caribe, que tiene como meta general reducir 14.13 Mt CO_2-eq durante 5 años. Se espera que mejore los sistemas productivos intensivos, el empleo y la conservación de la biodiversidad (Tabla 78).

Tabla 78. Programa de reducción de emisiones de la Costa Caribe

Intervenciones	Ambición	Ubicación	Reducción de Emisiones (Mt CO_2-eq/año)
1a. Mejora de la gestión y gobernanza de los bosques y uso del suelo en los territorios indígenas.	Reducción de la deforestación en un 30% 2.4millones ha	Territorios indígenas y afrodescendientes.	8.52
1b. Gestión forestal comunitaria.	Reducción de la deforestación en un 50% (20 mil ha).	3 zonas en 7 territorios indígenas y afrodescendientes.	1.25
1c. Promoción de la generación natural y la reforestación (cruzada de reforestación).	80 mil nuevas ha.	Zonas de amortiguamiento.	2.40
2b. Promoción de sistemas agroforestales.	266 mil ha de bosque conservado en las fincas.	Propiedades privadas y territorios indígenas.	1.69
2c. Reforestación comercial .	10 mil ha de nuevas plantaciones.	Propiedades privadas.	0.27
TOTAL			**14.13**

Fuente: MARENA, 2017b.

3.2. Acciones de mitigación por sectores

3.2.1. Sector Energía

De acuerdo con los resultados del INGEI 2015, presentados en el Capítulo 2, el sector Energía es el segundo emisor de GEI, alcanzando el 18.38% de las emisiones netas nacionales. No obstante, es el sector con mejores resultados y mayor potencial para reportar reducción de emisiones de CO_2, al tiempo que aporta al mejoramiento de las condiciones de vida de la población y al desarrollo de la economía de Nicaragua. En este sentido, Nicaragua cuenta con la Política Energética Nacional (Vigente, (Decreto Ejecutivo N°13-2004, publicado en La Gaceta, Diario Oficial N°45 del 4 de marzo de 2004)) con 6 áreas de ejecución, de las cuales, el área de energías renovables contribuye en la mitigación al cambio climático.

Desde el 2007, se lograron avances significativos en el fortalecimiento del sector eléctrico, especialmente en el incremento de la cobertura eléctrica, en la transformación de la matriz energética con recursos renovables, la ampliación de capacidad instalada de generación y transmisión por encima de la demanda máxima y se ha mejorado el desempeño del sector de distribución, mediante medidas orientadas a reducir el fraude eléctrico y brindar estabilidad al marco regulatorio.

Los datos expresados en la Figura 81 evidencian el incremento de la capacidad instalada por cada tipo de fuente, sobre todo, se pone en valor la inversión realizada para incrementar la capacidad de generación hidroeléctrica y geotérmica, aunque se mantiene la generación por termoeléctrica. No obstante, la matriz energética de Nicaragua se ha diversificado, lo que trae consigo un efecto positivo en la reducción de emisiones (INE, 2022).

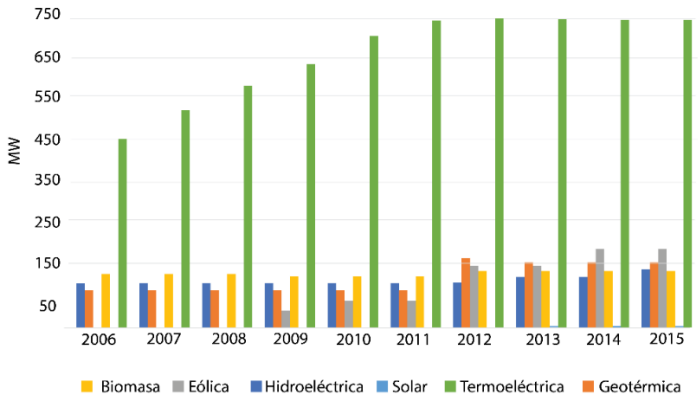


Figura 81. Capacidad instalada nominal por tipo de fuente (2006-2015)

Fuente: Elaboración propia con serie histórica de estadísticas eléctricas del INE.

La diversificación de la matriz de generación eléctrica se ha convertido en un factor dinamizador de la economía nacional. Con la instalación de nuevas centrales eléctricas, se revirtió el porcentaje de generación de energía con recursos renovables del 35% en el año 2010, al 46% en el 2015, acercándose al porcentaje de capacidad instalada nominal registrado en el año 2006 (42%).

A partir del año 2012 hasta el 2015 la capacidad instalada nominal de la energía renovable iguala a la energía termoeléctrica. En conclusión, la generación hidroeléctrica y la generación a partir de derivados de petróleo han mantenido un porcentaje de participación similar en los últimos años, lo que indica que se ha dado prioridad a la inversión de generación de electricidad, con este tipo de fuente (Figura 82).

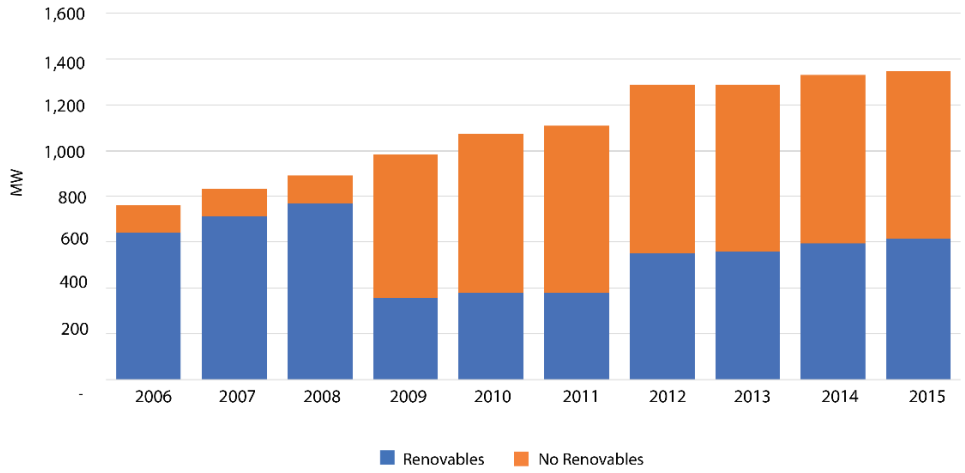


Figura 82. Capacidad instalada nominal por tipo de fuente (2006-2015)

Fuente: Elaboración propia con serie histórica de estadísticas eléctricas del INE.

Es importante mencionar que la generación de fuentes renovables ha contribuido a un ahorro de 18.94 millones de barriles derivados del petróleo, en el período 2007-2020 que aseguró el abastecimiento de electricidad de forma confiable y limpia a la población nicaragüense.

La rehabilitación de las centrales hidroeléctricas Centroamérica y Carlos Fonseca contribuyeron a mantener su aporte de energía en el cambio a la matriz energética, asegurando la generación e inyección al Sistema Interconectado Nacional (SIN) de 100 MW y la extensión de su vida útil por 25 años más, con una inversión de US$ 63 millones; y la entrada en operación de la Planta Hidroeléctrica Larreynaga que en 2015 inyectó 17 MW de potencia, con una inversión de US$ 53.0 millones. En 2017 entró también en operación el Bypass en la Planta Centroamérica, con una inversión de US$ 10.0 millones (Gobierno de Nicaragua, 2021d).

Según el escenario de referencia adaptado por el Plan de expansión de la generación eléctrica 2019-2023 (MEM, 2018), se proyecta diversificar la matriz de generación, llegando a un 70% de la matriz generada, a partir de energías renovables al año 2033, debido a la introducción de 1,244 MW, de los cuales 944 MW son proyectos de generación renovables: 54 MW Biomasa, 162 MW Solares, 207 MW Eólicos, 85 MW Geotérmicos y 436 MW Hidroeléctricos (Figura 83).

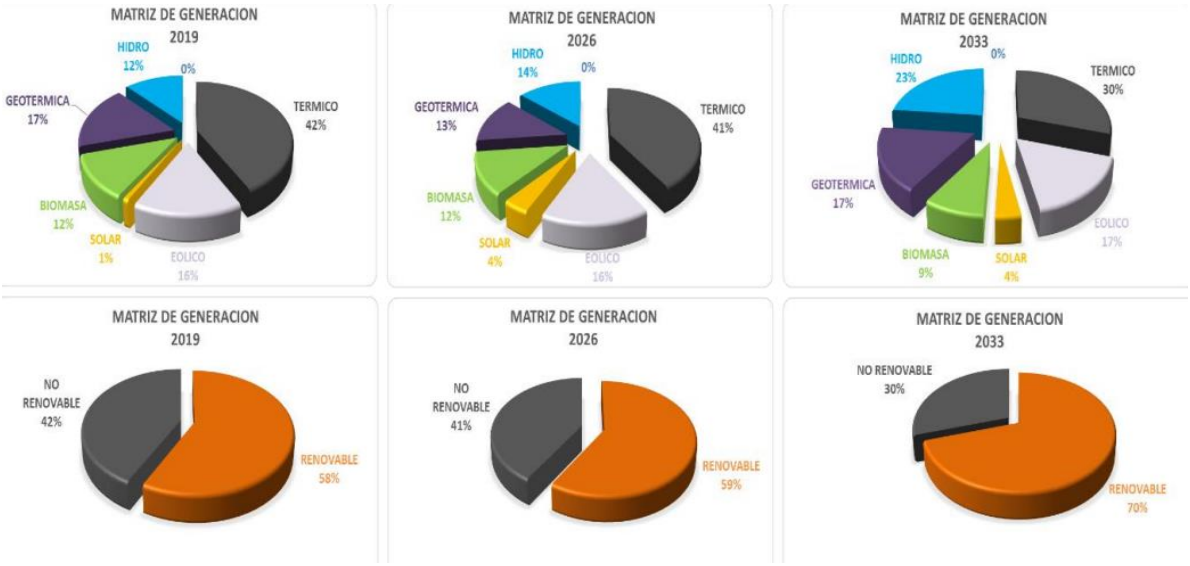


Figura 83. Evolución prevista de la matriz de generación de energía en Nicaragua

Fuente: Plan de expansión de la generación eléctrica 2019-2033 (MEM, 2018).

La introducción de nuevos proyectos de generación basados en energías renovables en el período 2019–2033, permitirá modificar la matriz de generación, aumentando la participación de generación de energía renovable del 58% en el año 2019 al 70% en el año 2033, como se muestra en la Figura 83. Las proyecciones de expansión eléctrica contemplan la adición de aproximadamente 1,244 nuevos MW, de los cuales 944 MW son proyectos de generación renovables (436 MW de proyectos hidroeléctricos, 207 MW de proyectos eólicos, 162 MW de proyectos de energía solar, 85 MW de proyectos geotérmicos y 54 MW de biomasa), y 300 MW en plantas térmicas de combustibles fósiles, con el retiro de 276 MW.

El importante esfuerzo realizado por el GRUN alcanzará las metas propuestas, si se logran movilizar recursos externos suficientes y continuos, para avanzar en un proceso sostenido de expansión eléctrica con energías renovables.

3.2.1.1. Proyectos de generación de energía eléctrica con fuentes renovables

La Política Energética de Nicaragua se concreta a través de proyectos de generación eléctrica, con fuentes renovables que además de aportar a la reducción de emisiones, buscan principalmente contribuir a la ampliación de las coberturas de energía eléctrica y a la restitución de derechos, con énfasis en comunidades rurales, indígenas y afrodescendientes, lo que es una prioridad del GRUN.

En Nicaragua, los proyectos de generación de energía eléctrica son ejecutados por agentes económicos en función de las políticas, estrategias y regulaciones gubernamentales. Los agentes económicos se convierten en agentes del mercado (entregan y reciben energía del Sistema Nacional de Transmisión) para participar y realizar operaciones en el Mercado Minorista de Electricidad (MEM, 2022b).

Se requiere que, los agentes del mercado eléctrico nacional fortalezcan sus capacidades para la contabilidad del carbono, evitado gracias a la ejecución de proyectos de energía renovable que valoren las oportunidades de financiamiento relacionadas con los mercados voluntarios de carbono y del impulso de proyectos asociados a los Mecanismos de Desarrollo Limpio.

A continuación, en la Tabla 79, se enumeran los proyectos en ejecución impulsados por agentes generadores de energía eléctrica, clasificados por tipo de fuentes:

Tabla 79. Proyectos en ejecución por parte de agentes de mercado clasificados por fuente de generación

Agentes Generadores	Potencia (MW)	Municipio, Departamento	Duración
Biomasa	**139.00**		
Cogeneración 38 MW Ingenio Montelimar	38.00	San Rafael del Sur/Managua	30 años
Nicaragua Sugar States Limited	40.00	Chichigalpa/ Chinandega	
Planta de Cogeneración de 60 MW	60.00	El Viejo/ Chinandega	25 años
Ecoenergía Conversión Energética RUSNP (Residuos Sólidos Urbanos no Peligrosos)	1.00	Mateare/Managua	30 años
Eólico	**186.60**		
Central Eólico La FE – San Martin	39.60	San Jorge y Rivas/Rivas	30 años
Eolo de Nicaragua	44.0	Rivas/Rivas	30 años
Parque Eólico Amayo	39.90	Rivas/Rivas	30 años
Parque Eólico Amayo Fase II	23.10	Rivas/Rivas	30 años
Parque Eólico Comandante Camilo Ortega Saavedra	40.00	Rivas/Rivas	30 años
Geotérmico	**142.00**		
Empresa Generadora Momotombo	70.00	La Paz Centro/León	30 años

Agentes Generadores	Potencia (MW)	Municipio, Departamento	Duración
Reconversión Tecnológica San Jacinto Tizate para la generación de 72 MW de Energía	72.00	Telica/León	30 años
Hidroeléctrico	**146.97**		
Central Hidroeléctrica Salto Grande-Siempre Viva	5.30	Bonanza/RAAN	15 años
Hidroeléctrica Pantasma	12.50	Jinotega/Jinotega	30 años
Pequeña Central Hidroeléctrica El Sardinal	1.20	El Tuma-La Dalia/Matagalpa	30 años
Pequeña Central Hidroeléctrica Las Cañas	4.25	Matagalpa-Matagalpa	30 años
Proyecto Hidroeléctrico El Diamante	5.00	San Ramón/Matagalpa	30 años
Wawule	1.72	San Ramón/Matagalpa	30 años
Hidrogesa (Centrales Hidroeléctricas Centroamérica, Carlos Fonseca y Larreynaga)	117.00	Jinotega/Jinotega	30 años
Solar	**13.38**		
Planta Generadora de Energía Fotovoltaica La Trinidad	1.38	Diriamba/Carazo	30 años
Planta Fotovoltaica SOLARIS 12 MW	12.00	Nagarote/León	30 años
Térmico	**863.70**		
Centrales Termoeléctricas Che Guevara I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII y IX y Hugo Chávez I y II.	291.20	Managua, Tipitapa, Masaya, Nagarote y León/Managua, Masaya, León	25 años
Corporación Eléctrica Nicaragüense S.A (CENSA)	63.00	Nagarote/León	21 años
Empresa Energética Corinto	70.50	Corinto/ Chinandega	20 años
Empresa Generadora de Ometepe S.A (EGOMSA)	2.50	Altagracia/Rivas	15 años
Generadora Eléctrica Central S.A. (GECSA)-Planta Managua-Planta Las Brisas	123.60	Managua/Managua	30 años
Generadora Eléctrica Occidental S.A (GEOSA)	115.00	Nagarote y Chinandega /León y Chinandega	30 años
Planta MAN 140 MW	140.00	Mateare/Managua	30 años
Puerto Cabezas Power S.A	7.00	Puerto Cabezas/RAAN	16 años
Tipitapa Power Company Inc. (TPC)	50.90	Tipitapa/Managua	20 años

Fuente: Agentes Generadores de la Energía Eléctrica (MEM, 2022b).

En la Tabla 80, se señalan los agentes de mercado, responsables de proyectos en diseño final, preconstrucción y construcción.

Tabla 80. Proyectos en diseño final y construcción de agentes de mercado, clasificados por fuente de generación

Agentes generadores	Potencia (MW)	Municipio, departamento	Duración
Biomasa	**38.00**		
Cogeneración 35 MW EGERSA	35.00	Potosí/Rivas	30 años
Ecoenergía Conversión Energética RUSNP (Residuos Sólidos Urbanos no Peligrosos)	3.00	Mateare/Managua	30 años
Eólico	**62.70**		
Ampliación Parque Eólico Comandante Camilo Ortega Saavedra	62.70	Rivas/Rivas	30 años

Agentes generadores	Potencia (MW)	Municipio, departamento	Duración
Hidroeléctrico	**301.60**		
Central Hidroeléctrica San Martín	5.70	El Tuma-La Dalia/Matagalpa	30 años
Proyecto Hidroeléctrico La Mora	1.90	El Tuma-La Dalia/Matagalpa	30 años
Proyecto Hidroeléctrico Tumarin	253.00	La Cruz de Río Grande/RAAS	40 años
Central Hidroeléctrica El Salto Y-Y	26.00	Siuna/RAAN	30 años
Proyecto Hidroeléctrico Piedra Puntuda	15.00	Muelle de los Bueyes/RAAS	30 años
Solar	**12.00**		
Generación Solar El Velero 12MW	12.00	Nagarote/León	30 años

Fuente: Agentes Generadores de la Energía Eléctrica (MEM, 2022b).

Marco normativo relacionado con el sector energético

Nicaragua cuenta con un marco normativo encaminado a garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos, así como a aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas (Gobierno de Nicaragua, 2021f). En la Tabla 81, se describen algunas leyes y decretos vinculados a la eficiencia energética y generación eléctrica.

Tabla 81. Marco normativo relacionado con el sector energético

LEYES	
Ley N°956, Ley de Eficiencia Energética.	Establece el marco legal para promover el uso racional y eficiente de energía, a fin de garantizar el suministro energético, fomentar la competitividad de la economía nacional, proteger y mejorar la calidad de vida de la población, contribuyendo al mismo tiempo a la protección del medio ambiente.
Ley N°1017, Ley Creadora de la Empresa Nicaragüense del Gas (ENIGAS).	Promueve la inversión en las actividades de comercialización, almacenamiento, transporte y distribución de GLP, así como la construcción y/u operación de plantas de llenado o envasado de cilindros y garantizar el abastecimiento a la ciudadanía.
Ley N°1043, Ley Especial Para el Desarrollo del Proyecto Central Puerto Sandino para la Generación de Energía Eléctrica a Base de Gas Natural.	Promueve el desarrollo de un proyecto para la generación de energía eléctrica, a base de gas natural, a ser desarrollado por NFE Nicaragua Development Partners LLC, Sucursal Nicaragua.

LEYES	
Ley N°1045, Ley del Digesto Jurídico Nicaragüense de la Materia del Sector Energético y Minero.	Compendio normativo que sirve para ordenar el marco legal del sector energético y minero de Nicaragua; logrando con ello el fortalecimiento de la seguridad y certeza jurídica de las normas en esa materia.
DECRETOS LEGISLATIVOS	
Decreto de la Asamblea Nacional N°8366.	Aprobación del Contrato de Préstamo No. 4313/BL NI, suscrito con el BID, para financiar el "Programa para Fortalecer el Sector Eléctrico en Nicaragua III" el cual establece una matriz energética sostenible; fomento de la energía renovable; y el impulso de la integración regional del sector eléctrico.
Decreto de la Asamblea Nacional N°8377.	Aprobación de la Modificación a Contrato de Préstamo No. 2050 (Adendum II), suscrita con el BCIE, para financiar parcialmente la ejecución del Programa Nacional de Electrificación Sostenible y Energía Renovable para Nicaragua (PNESER) el cual promueve el acceso de una porción importante de la población a un servicio de electricidad eficiente y sostenible, a la vez gestiona la generación de condiciones para avanzar hacia un cambio en la matriz energética, que contribuya a mejorar las condiciones de mitigación y adaptación del cambio climático.
Decreto de la Asamblea Nacional N°8704.	Aprobación del Acuerdo Marco Sobre el Establecimiento de la Alianza Solar Internacional (ISA), que promueve la explotación eficaz de la energía solar para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y así, evitar los altos niveles de contaminación, que provoca el dióxido de carbono, contribuyendo a preservar el medio ambiente y evitar el cambio climático.

Fuente: Elaboración propia.

Incentivos para la promoción de generación eléctrica con fuentes renovables

En el marco de la estrategia de atracción de inversiones, el GRUN ha priorizado entre los sectores de interés, la generación de energía renovable, y propone al capital extranjero los incentivos dispuestos en la legislación nacional (Gobierno de Nicaragua, 2005) que se describen a continuación:

- Exoneración del pago de los Derechos Arancelarios de Importación (DAI), de maquinaria, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente para las labores de pre-inversión y las labores de la construcción de las obras. Exoneración del pago del Impuesto al Valor Agregado (IVA) sobre la maquinaria, equipos,

materiales e insumos, destinados exclusivamente para las labores de pre-inversión y la construcción de las obras.

- Exoneración del pago del Impuesto sobre la Renta (IR) y del pago mínimo definido del Impuesto a la Renta, establecido en la Ley de Equidad Fiscal, por un período máximo de 7 años, a partir de la entrada en operación comercial o mercantil del Proyecto. Igualmente, durante este mismo período estarán exentos del pago del Impuesto a la Renta, los ingresos derivados por venta de bonos de dióxido de carbono.
- Exoneración de todos los Impuestos Municipales vigentes, sobre Bienes Inmuebles (IBI), ventas, matrículas durante la construcción del Proyecto, por un período de 10 años a partir de la entrada en operación comercial del Proyecto. Las inversiones fijas en maquinaria, equipos y presas hidroeléctricas estarán exentas de todo tipo de impuestos, gravámenes, tasas municipales, por un período de 10 años a partir de su entrada en operación comercial.

3.2.2. Procesos Industriales y Uso de Productos

De acuerdo con los resultados del INGEI 2015, presentados en el Capítulo 2, el sector IPPU es el cuarto emisor de GEI, con el 0.57% de las emisiones netas nacionales. Las emisiones son generadas principalmente por la producción de clinker, componente principal del cemento.

A pesar de que en el Cuarto INGEI, no se reporta el uso de Hidroclorofluorocarburos (HCFC), Nicaragua implementa un proyecto para reducir las emisiones provenientes del uso de refrigerantes. Por tal razón, el país contribuye en la protección de la capa de ozono y ha eliminado en un 100% el consumo de los gases llamados Clorofluorocarburos (CFC), a partir del 1 de enero del 2010 se implementó un Plan de Gestión para la eliminación de los tipos de gases HCFC, del 2012 al 2020.

Entre las sustancias que se regulan en Nicaragua, para garantizar la conservación de la capa de ozono están: cilindros de gases refrigerantes, para equipos que usan y dependen de esas sustancias como refrigeradoras y equipos de climatización, utilizados en los sectores lácteos, alimentación, hotelería, pesca y medios de transporte.

El plan de gestión de la eliminación de HCFC en Nicaragua, comprende la introducción de mejores prácticas de servicio y mantenimiento, recuperación y reciclaje de refrigerantes y la aplicación de controles en las importaciones de HCFC. Esto reducirá la cantidad de HCFC-22 que se emplea para el servicio y mantenimiento de la refrigeración. Cada kilogramo de HCFC-22 que no se emite, por la aplicación de mejores prácticas de refrigeración, equivale a un ahorro de 1.8 toneladas de CO_2-eq. Además, la eliminación

de 1.16 toneladas métricas de HCFC-141b (agente de limpieza para sistemas de refrigeración) que vienen en los polioles premezclados, importados por las empresas de espumas, evitará que se emitan 809 toneladas de CO_2 en la atmósfera, mientras que la eliminación de 8 toneladas métricas de HCFC-141b que se usan para la limpieza por descarga de circuitos de refrigeración, evitará la emisión de otras 5,800 toneladas de CO_2 en la atmósfera.

3.2.3. Sector Agricultura, Silvicultura y Usos de la Tierra

El sector AFOLU, según el Capítulo 2, representa el mayor peso de emisiones registradas en el Cuarto INGEI, con un 78.68%. Durante el período 2000-2015, se identifica una disminución correspondiente al 6.13% de las emisiones del sector, debido al proceso natural de crecimiento de biomasa de los bosques y un el incremento de área de las tierras de cultivo perennes en un 53% (66,515 ha). Durante este período, las tierras de cultivo perennes bajo sombra, con una cobertura mayor al 30% de copa, fueron clasificadas como tierras forestales e incrementaron en un 51% (44,748 ha).

Lo anterior refleja de forma clara que Nicaragua es un país agropecuario, dependiendo de sus recursos naturales para garantizar la seguridad alimentaria de su población. Esto se evidencia en la participación del sector agropecuario, con un 30% de las exportaciones netas, equivalente al 18% del PIB. Con respecto al sector forestal, este contribuye con el 1% del PIB del país (BCN, 2015), no obstante, los bosques proveen varios servicios ambientales importantes, además de la absorción de CO_2, son ecosistemas que albergan gran parte de la biodiversidad del país, esenciales para la vida cultural, espiritual y material de las comunidades indígenas y afrodescendientes, además conservan los suelos y el agua, y constituyen escenarios de alta belleza escénica.

Nicaragua cuenta con una riqueza privilegiada de recursos naturales, que contribuye significativamente al crecimiento económico, la seguridad alimentaria y energética. El 60% del territorio nacional es de vocación forestal, con más de 20 ecosistemas variados, ricos en biodiversidad, fauna y flora. El potencial del sector forestal de contribuir al desarrollo humano de la población nicaragüense es alto, pero actualmente es subutilizado.

Desde el 2007, el GRUN ha formulado e implementado propuestas orientadas a la gestión de las emisiones de este sector, a continuación, se describen:

- **Cobertura de bosque**

Desde el año 2007, el GRUN ha realizado esfuerzos considerables para proteger una extensa cobertura en bosques naturales. Según el mapa de INETER del año 2015, los

bosques representan el 30% del área total de la superficie continental (3.9 millones de ha) que lo convierte en el cuarto país de Centroamérica con mayor área de bosques[19], y, por ende, con potenciales condiciones para incentivar su desarrollo a partir de su patrimonio forestal. Según la composición biológica, se han identificado 4 tipos de bosques naturales: latifoliado, conífera, palmas naturales y mangle (Figura 84).

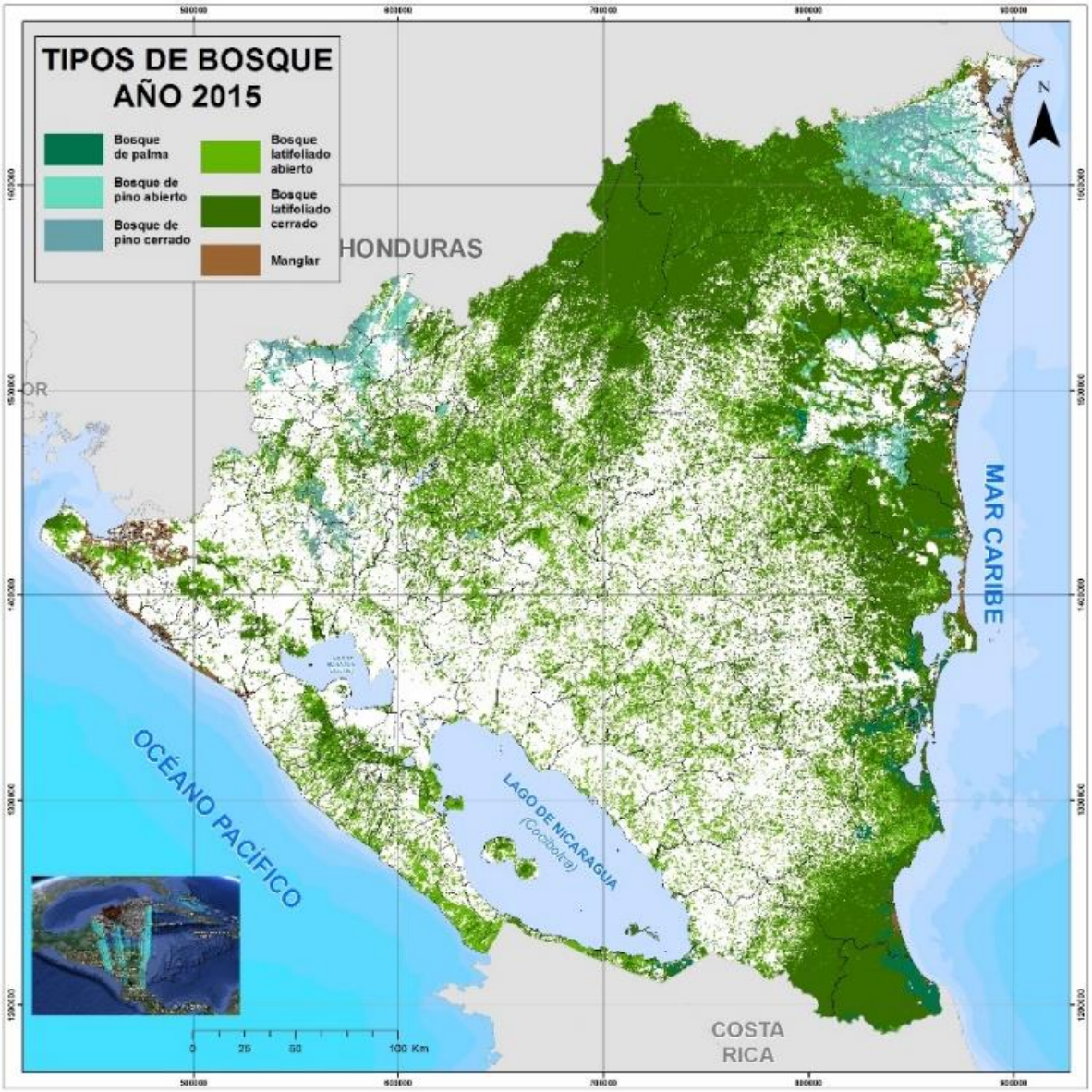


Figura 84. Tipo de bosque en Nicaragua para el año 2015

Fuente: MARENA, 2017a.

[19] Evaluación de recursos forestales mundiales – FRA / FAO

Con respecto a la protección, control y monitoreo de los recursos forestales; los pueblos indígenas y afrodescendientes contribuyen en mantener bajo su resguardo el 61% de los bosques y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas en un 40% (MARENA, 2017a).

- **Manejo de la regeneración natural**

De acuerdo con los mapas nacionales de cobertura de suelo de Nicaragua, durante el período 2005 - 2015, se identifica una significativa recuperación de la cobertura vegetal. Se estima que anualmente se restauran 50 mil hectáreas, mediante el manejo de la regeneración natural, los cuales ocurren en las Regiones Pacífico y Centro Norte del país (Figura 85).

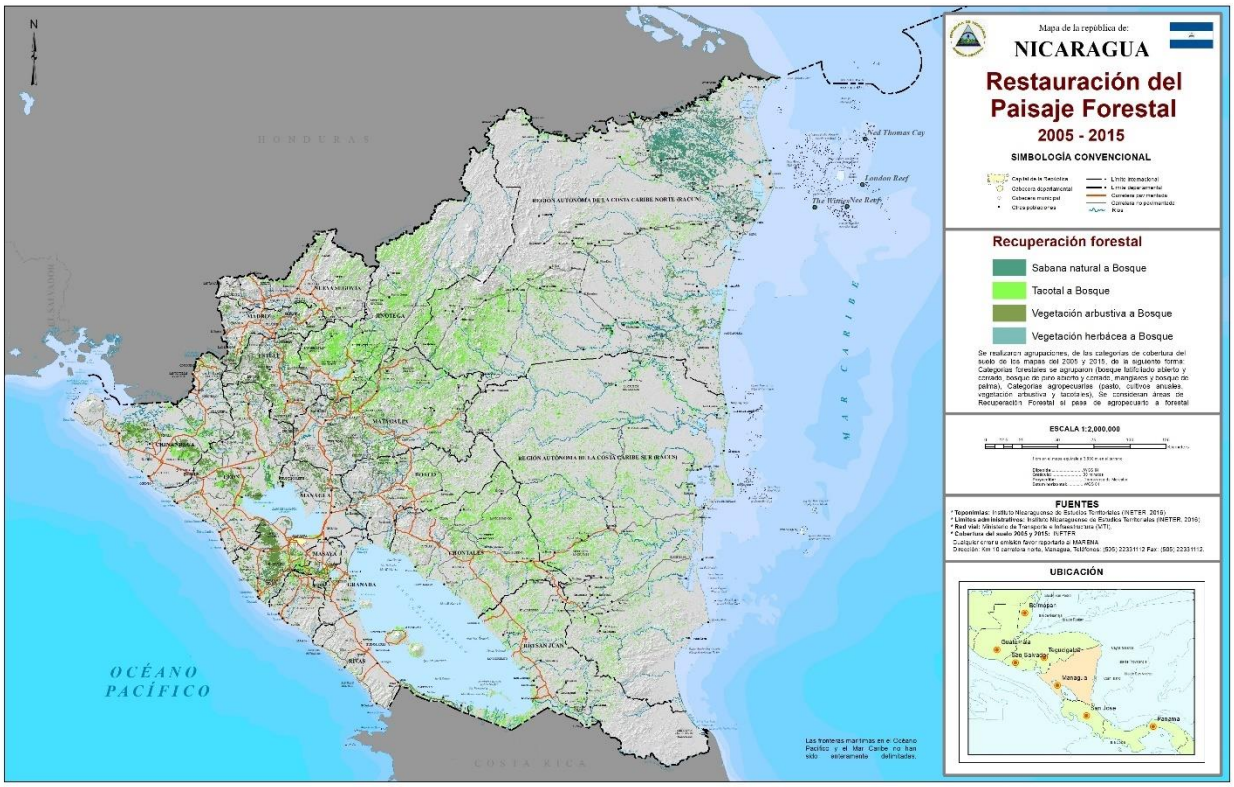


Figura 85. Recuperación de cobertura forestal para el período 2005 – 2015
Fuente: MARENA, 2018a.

- **Plantaciones forestales**

De acuerdo con el Sistema de Registro y Control de Operaciones Forestales del INAFOR, durante el período de enero 2014 a septiembre 2019, se han establecido 8,282.22 ha de plantaciones forestales en el país. Los dos departamentos que lideran este esfuerzo son Chinandega (2,578.83 ha) y Jinotega (1,031.4 ha) (Figura 86).

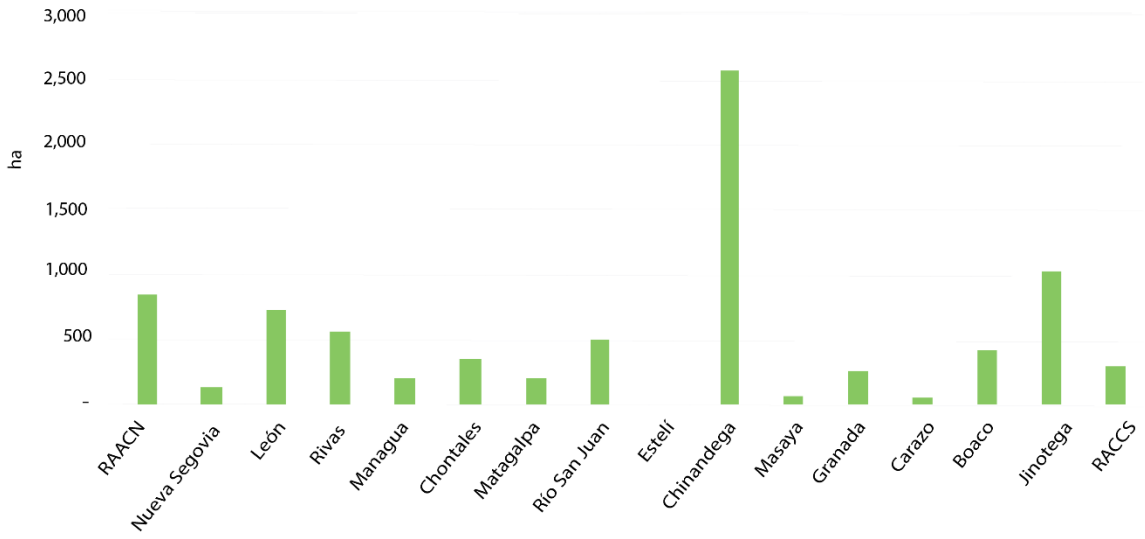


Figura 86. Superficie de plantaciones forestales 2014-2019

Fuente: Sistema de Registro y Control de Operaciones Forestales del INAFOR, 2019.

- **Reforestación**

Según el Programa de la Cruzada Nacional de Reforestación (INAFOR, 2016), se ha logrado la producción de 87,722,654 plantas forestales de especies diversas y el establecimiento de 161,177.95 ha de plantaciones entre Sistemas Agroforestales (SAF) y compactas, obteniendo este logro con la participación de 2,966,905 personas a nivel nacional (Tabla 82).

Tabla 82. Logros de la reforestación mediante el programa Cruzada Nacional de Reforestación

	Actividades		
Año	**Plantas producidas**	**Áreas reforestadas**	**Participantes**
2007	6,084,397.00	14,713.34	12,000.00
2008	2,111,441.00	20,096.95	50,240.00
2009	7,156,692.00	15,281.09	514,334.00
2010	12,013,168.00	15,252.11	476,983.00
2011	9,083,428.00	17,217.00	200,000.00
2012	11,007,444.00	12,793.60	400,000.00
2013	11,089,056.00	20,662.40	405,007.00
2014	13,763,716.00	22,882.32	455,220.00
2015	15,413,312.00	22,279.14	453,121.00
Total	**87,722,654.00**	**161,177.95**	**2,966,905.00**

Fuente: INAFOR, 2016.

- **Ocurrencia de incendios forestales**

Históricamente, los bosques naturales se han visto afectados por los incendios forestales, los cuales se originan por actividades humanas principalmente y la cultura arraigada de las quemas agrícolas, la tala ilegal y el avance de la frontera agrícola.

Para el año 2007, el número de incendios se reduce considerablemente a un 50% aproximadamente con relación al 2006. Esto debido a que el GRUN promueve la coordinación interinstitucional y se activó el SINAPRED a nivel central y sus expresiones en el territorio. Para el año 2015, el número de incendios se reduce considerablemente a un 79% aproximadamente con relación al 2007 (Tabla 83).

Tabla 83. Registro de incendios forestales

	Registro	
Año	**Números de incendios**	**Áreas afectadas (ha)**
2007	1,257.00	57,452.00
2008	332.00	46,771.00
2009	220.00	20,125.00
2010	169.00	16,406.00
2011	354.00	21,458.94
2012	171.00	6,521.09
2013	256.00	25,545.66
2014	339.00	16,825.85
2015	259.00	5,907.38
Total	**3,357.00**	**217,012.92**

Fuente: Fuente: INAFOR, 2016

3.2.3.1. Políticas y Estrategias Nacionales para la conservación, restauración y manejo sostenible de los bosques

A partir del año 2007, se impulsa una estrategia de desarrollo sustentable que inciden favorablemente en la conservación y manejo sostenible de los bosques. La estrategia se ejecuta a partir de políticas y programas nacionales que orientan la inversión pública y privada, las cuales han modificado los patrones de explotación de los recursos naturales en el país hacia un modelo de uso racional y responsable.

Entre los instrumentos de política se destacan:

1. La Política Nacional de Desarrollo Sostenible del Sector Forestal: establece que las familias nicaragüenses puedan mejorar su calidad de vida de manera asociativa y gradual, bajo un modelo de uso y manejo forestal, agroforestal y agroindustrial sostenible, articulado con otros actores de las cadenas de valor rurales y no rurales, nacionales e internacionales, sustentados en la conservación del medio ambiente y la producción sustentable nacional de seguridad y alimentaria, bajo un enfoque de ordenamiento territorial (Gobierno de Nicaragua, 2008).
2. El Programa Forestal Nacional: tiene por misión un desarrollo sostenible con equidad, consensuado y articulado, que favorezca la eficiente y eficaz provisión de bienes y servicios, provenientes de los ecosistemas agroforestales y forestales, con la participación del sector público, privado, pueblos originarios y afro descendientes, contribuyendo al establecimiento de manera asociativa a un modelo de uso y manejo forestal, agroforestal y agroindustrial sostenible, que contribuye a la seguridad y soberanía alimentaria del pueblo nicaragüense (INAFOR, 2008).
3. Estrategia Nacional de Leña y Carbón: se fundamenta en la producción sostenible a través del establecimiento gradual de plantaciones forestales energéticas; sistemas agroforestales y silvopastoriles y la promoción del uso racional y eficiente de la leña y carbón vegetal (MEM, 2011).
4. Plan Nacional de Reforestación: iniciado en 2007, el objetivo del plan es sensibilizar a la población sobre la importancia de revertir el proceso de deforestación, incrementar la cobertura forestal, y mantener/mejorar la producción de servicios ambientales, que proveen los bosques, incluyendo el almacenamiento de carbono. Las campañas de reforestación que se realizan bajo este plan, conocidas como cruzadas de reforestación, son ejecutadas por INAFOR y MARENA.

   Nicaragua se unió a la Iniciativa 20x20 en el año 2015, que ahora se define como iniciativa 30x30, para adaptarse y mitigar el cambio climático, así como preservar las áreas naturales y los servicios ambientales con el objetivo de restaurar 2.8 millones de hectáreas para manejar cuencas hidrográficas, mejorar la resiliencia de los ecosistemas, volver sostenibles los medios de vida rurales y conservar la biodiversidad.
5. El Plan Nacional de Prevención y Control de Incendios Forestales: incluye instrumentos renovados anualmente, que articulan esfuerzos estratégicos interinstitucionales, coordinados en una comisión que integra instancias como el

SINAPRED, INAFOR, MARENA, Defensa Civil, MINED, Bomberos, Procuraduría General de la República (PGR), Policía Nacional (SINAPRED, 2018).

Estas políticas y estrategias nacionales se concretan a través de diversos proyectos y programas agroalimentarios, productivos, de manejo de recursos naturales y de promoción de buenas prácticas agroambientales en el país. Estas iniciativas además de aportar a la reducción de emisiones, buscan principalmente contribuir a la restitución de derechos con énfasis en el acceso a los recursos por parte de las comunidades rurales e indígenas y afrodescendientes, lo que es una prioridad del GRUN.

3.2.3.2. Medición, Reporte y Verificación de las acciones de mitigación

Nicaragua no cuenta todavía con el diseño de un MRV, que sistematice los aportes de mitigación en todos los sectores. Sin embargo, se realizan esfuerzos para fortalecer las capacidades nacionales que permitan impulsar los arreglos institucionales, los marcos normativos y las destrezas institucionales para el desarrollo de un MRV completo e integral.

A pesar de lo anterior, Nicaragua ha iniciado el desarrollo del MRV para el sector AFOLU a partir del establecimiento del Inventario Nacional Forestal en 2007 y la construcción de su Estrategia ENDE REDD+ en 2014. Desde este año, se inició la preparación y diseño del Sistema Nacional de Monitoreo de bosques, salvaguardas y beneficios no carbono específicamente para proyectos REDD+. Se realizaron diagnósticos, sesiones de trabajo y talleres; lográndose identificar los actores claves, roles, indicadores y lineamientos para el funcionamiento operativo del MRV.

Además, se desarrollaron protocolos metodológicos que han sido evaluados internacionalmente y se encuentran en un proceso de mejora progresiva. Actualmente se cuenta con el proyecto “Fortalecimiento Institucional y de capacidades técnicas en el sector agricultura, bosques y cambio de uso de la tierra en respuesta a los requerimientos del marco de transparencia reforzado de Acuerdo de París”, en el cual se están actualizando las metodologías para mejorar las incertidumbres del INGEI y se continuarán los arreglos institucionales, que permitan establecer el MRV del sector de forma continua. Las instituciones del sector UTCUTS han aportado insumos al Inventario de Gases de Efecto invernadero, sobre la estimación de la cobertura histórica del bosque, el contenido de biomasa y carbono forestal por especie, además sobre el crecimiento agrícola y ganadero.

3.2.3.3. Programas y proyectos ejecutados en Nicaragua sobre mitigación al cambio climático del sector AFOLU

En la Tabla 84 se resumen los programas y proyectos desarrollados en el país para la mitigación al cambio climático.

Tabla 84. Programas y proyectos desarrollados en acción a la mitigación al cambio climático

Proyecto/estrategia ejecutada	Objetivos y actividades desarrolladas	Presupuesto y fuente de financiamiento
Manejo sostenible de la tierra en áreas degradadas, propensas a sequías en Nicaragua. • MARENA 2006 – 2012	• Diversificación productiva de fincas y desarrollo de sistemas agrosilvopastoriles con granos básicos, complementado con cercas vivas, árboles dispersos en potreros, bancos forrajeros, manejo de bosques, bosque de galería en los sistemas de ladera arbustiva y sabana de Jícaro.	US$ 3.34 millones GEF
Proyecto Finnfor (Bosques y Manejo Forestal en América Central). • CATIE Fase 1: 2009-2011 Fase 2: 2012-2015	• Fortalecimiento de cadenas de valor de productos maderables conformadas por PYMEF y comunidades locales, que contribuyen con la transparencia y equidad en la distribución de los beneficios de la producción del bosque.	US$ 5,000,000 Ministerio de Asuntos Exteriores de Finlandia (MAEF)
Reducción de riesgos y vulnerabilidad basada en sequías e inundaciones, en la cuenca hídrica del río Estero Real. • MARENA 2011-2015	• Promoción de prácticas agroecológicas. • Fortalecimiento institucional para la incorporación del manejo del riesgo de cambio climático, en los planes de trabajo, políticas e instrumentos normativos en la sub-cuenca del Río Villanueva y la cuenca del Rio Estero Real. • Monitoreo y análisis continuo de condiciones climáticas y cambios en el uso de la tierra, los caudales de agua y la calidad de los suelos.	US$ 5.07 millones Fondo de Adaptación
Proyecto Integral de Manejo de Cuencas Hidrográficas, Agua y Saneamiento. • MARENA 2013-2015	• Conservación de áreas protegidas y estrategias de restauración basada en manejo de la regeneración natural y reforestación en zonas de importancia hídrica, en el corredor seco. • Promoción de sistemas agroforestales y silvopastoriles • Fortalecimiento de sistemas de agua potable y saneamiento rural.	US$ 10,000,000 Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional (ACDI)

Proyecto/estrategia ejecutada	Objetivos y actividades desarrolladas	Presupuesto y fuente de financiamiento
El Programa Ambiental de Gestión de Riesgo de Desastres y Cambio Climático (PAGRICC). • MARENA, INETER, SINAPRED, Nuevo FISE, INAFOR 2012-2016	• Promoción de restauración de suelo para la reducción de riesgo de erosión y deslizamiento. • Fortalecimiento de infraestructura y desarrollo de obras de protección • Fortalecimiento técnico y tecnológico a instituciones y comunidades en Cambio climático y manejo de riesgo asociado.	US$ 16,000,000 Fondo Nórdico de Desarrollo (FND)
Estrategia Nacional para la reducción de emisiones por deforestación y degradación forestal - ENDE - REDD+. • MARENA 2013-2020	• Desarrollar acciones para la conservación, protección y monitoreo de los recursos naturales y el ambiente, para disminuir la deforestación y degradación de los bosques desde el contexto nacional, priorizando las Regiones Autónomas del Caribe Nicaragüense, hacia una cultura de respeto y amor a la Madre Tierra.	US$ 8,800,000.00 Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF) – Banco Mundial
Programa de apoyo a la cadena de valor ganadera en Nicaragua (BOVINOS). • MEFCCA, MAG, INTA, IPSA. 2015-2021	• Promover, de manera sostenible e incluyente, el acceso de los pequeños y medianos productores ganaderos, así como de sus organizaciones, a mejores servicios de innovación tecnológica, sanidad agropecuaria, seguridad alimentaria, trazabilidad bovina, financiamiento y asistencia técnica, en el marco de un fortalecimiento de la política sectorial nacional.	€ 20,000,000 Cooperación delegada de la Unión Europea, a través de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo.
Mejoramiento de la producción de cacao mediante el uso de germoplasma mejorado y prácticas seleccionadas de agricultura climáticamente inteligente. • INTA, CATIE, KOLFACI 2017-2020	• Implementación de buenas prácticas agrícolas y el uso de variedades de cacao superiores que pueden fortalecer significativamente la producción de cacao en la región.	Monto no determinado Cooperación Coreana para la Alimentación y la Agricultura en América Latina (KOLFACI)

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3.4. Iniciativas de mitigación en el sector privado

De la ganadería extensiva a la intensiva: El sector ganadero y lácteo también se comprometen a promover la transición de una ganadería extensiva a intensiva y fomentar el manejo de los recursos integralmente, incluyendo clima, suelo, topografía, vegetación, fuentes de agua, flora y fauna. Las empresas ganaderas avanzan con proyectos que reducen emisiones de GEI, tal y como se menciona a continuación:

Matadero San Martín: Inversiones realizadas y en operación: U$20,000,000.00, que consisten en:

- Proyecto integral de ganado estabulado para engorde de 30,000 cabezas anuales (95 corrales).
- Forestación: más de 5 mil árboles sembrados en el área perimetral.
- Disminución de la presión ambiental de la ganadería sobre la frontera agrícola, 6 mz vs 43,000 mz.
- Reducción de la emisión de gases efecto invernadero por más de 7,000 toneladas de CO_2.

Proyecto de Ganadería Sostenible en Nicaragua (NI-T1237).

- El objetivo del proyecto es desarrollar un piloto de modelo segregado de producción bovina escalable, que permita a medianos productores mejorar su competitividad e incrementar sus ingresos, por relaciones más estables de venta en la cadena de valor y al sector ganadero nicaragüense, acceder a mercados internacionales de mayor valor y sostenibilidad ambiental. Dado que es un modelo nuevo, el proyecto tiene el reto de demostrar en el transcurso de su ejecución, los beneficios concretos que se generen en términos de mejora de la productividad, manejo ambiental y rentabilidad.
- Entre los principales resultados esperados se señalan: 300 fincas certificadas bajo el Sistema Segregado de Producción Bovina (SSPB), un 10% de incremento del promedio anual de ingresos por venta en fincas, un 25% de incremento del promedio anual de producción en kg. de carne por ha, aumento de un 20% en la producción lechera por cabeza, al menos 10 mil tCO_2 removidas/almacenadas, al menos el 10% de las fincas certificadas son propiedad y/o administradas por mujeres, 6,000 ha conservadas por sistemas silvopastoriles, y un aumento en la producción lechera, de al menos un 20% producto de la implementación de buenas prácticas pecuarias, en un esquema doble propósito, entre otros.
- Este proyecto puede aportar en un proceso gradual a la reducción de las emisiones de GEI en el mediano plazo en las principales zonas ganaderas del país. Se trabaja específicamente en los municipios de Boaco, Camoapa, Río Blanco, Matiguás, Paiwas, y Mulukukú.

Sector productor de cacao: Las empresas cacaoteras avanzan con proyectos que reducen emisiones GEI.

- **Ritter Sport.** Esta empresa implementa un proyecto con el Banco Interamericano de desarrollo / Fondo multilateral de inversiones / Nicaragua / Producción Inteligente de Cacao/ NI-T1274.
    - El proyecto tiene por objetivo contribuir a la mejora de ingresos y resiliencia de familias productoras de cacao en Nicaragua. El resultado esperado es mejorar los niveles de productividad y comercialización de familias productoras de cacao, organizadas en cooperativas, a través del acceso a tecnologías asociadas a la Agricultura de Precisión (AP), el manejo de SAF cacao y la trazabilidad /certificación del cacao fino-sostenible para mercados de mayor valor. La inversión de BID Lab estará destinada en su totalidad a beneficiar a las cooperativas y pequeños productores de cacao.

    - El proyecto estará focalizado en los departamentos de Matagalpa, Jinotega, RACCN (Siuna, Rosita, Bonanza), RACCS (El Rama y Nueva Guinea) y Río San Juan.

- **Proyecto Gold Standard en Nicaragua.** La empresa RITTER en 2014, en colaboración con la empresa Soil & More Impacts GmbH[20] de Alemania, inició un proceso para establecer y registrar un proyecto Gold Standard en Nicaragua en su Finca El Cacao, en Kukra Hill en la RACCS. El objetivo del proyecto es reducir las emisiones de su plantación de cacao y hacerla climáticamente neutra a medio plazo. Basan el modelo de emisiones reducidas en la metodología Gold Standard LUF (uso de la tierra y bosques). Medidas como la reforestación de tierras en barbecho, nos permitieron crear una plantación de cacao sostenible.

- **Cacao Oro.** El Fondo Mirova financia un proyecto en el Municipio de Rosita en la RACCN. Mirova diseña soluciones para inversores públicos y privados que deseen invertir en soluciones basadas en la naturaleza. Financian proyectos que combinan lucro con propósito: conservación de ecosistemas, restauración y medios de vida sostenibles para las comunidades locales. Se apoyan iniciativas de neutralidad en la degradación de la tierra, que se incluye en los ODS y otras iniciativas.

    - El proyecto Cacao Oro[21] es un proyecto único a gran escala, un programa de cacao ubicado en la Región de Autónoma de la Costa Caribe Norte. Tiene establecida una plantación agroforestal, que está trabajando con

[20] https://www.soilandmore.com/en/cases-news/ritter-sport-gold-standard-nicaragua/
[21] https://www.mirova.com/sites/default/files/2021-07/LDN%20Report%202021_DEF.pdf

fincas en los alrededores y territorios indígenas (Awas Tingni) para plantar árboles de cacao y café en áreas degradadas. El proyecto está siendo implementado por Cacao Oro, una empresa que ya ha construido una exitosa plantación de cacao agroecológica de 2,000 ha.

- Los proyectos del Fondo Mirova atacan los principales impulsores de deforestación en los bosques tropicales, protegiendo y restaurando ecosistemas con altas reservas de carbono.

- **Iniciativas de la Asociación Nacional de Reforestadores (CONFOR).**

Existe alto potencial para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales por empresas privadas. Se tiene registro de múltiples empresas, destacándose: Maderas Segovianas S.A. con plantaciones de Pino y Agroforestal S.A. con plantaciones de caoba africana. Entre el año 2003 y el 2016 los miembros de la CONFOR han establecido 22,521 ha, con una inversión estimada a la fecha de US$ 128 millones y se espera que continúe en los próximos años el mismo ritmo de crecimiento.

- Reportes de la Oficina de Registro Nacional Forestal del INAFOR, hacen referencia a que durante el período de enero 2014 a septiembre 2019 se han establecido 8,282.22 ha de plantaciones en 14 Departamentos y 2 Regiones Autónomas del país. Los dos departamentos que lideran este esfuerzo son Chinandega (2,578.83 ha) y Jinotega (1,031.4 ha). Estas áreas corresponden a plantaciones forestales con objetivos industriales, energéticos o sistemas agroforestales.

3.2.3.5. Proyectos nacionales en el marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio

La Oficina Nacional de Desarrollo Limpio (ONDL) fue creada y adscrita en el año 2002 como un ente descentralizado de MARENA y acreditada por el Gobierno de Nicaragua como Autoridad Nacional Designada (AND) ante la CMNUCC y ante la Junta Directiva del MDL. Esta entidad nace con el objetivo de aprovechar las oportunidades que brinda el MDL; en este sentido la ONDL se facultó como la única entidad nacional para el otorgamiento de avales gubernamentales, que requieren los proyectos que deseen ser registrado ante la Junta Ejecutiva del MDL y por ende reclamar bonos de carbono (Gobierno de Nicaragua, 2002).

Uno de los objetivos prioritarios de la ONDL fue facilitar la implementación del MDL en Nicaragua y ofrecer asistencia técnica a formuladores de proyectos y promover la creación de capacidades nacionales, para utilizar este instrumento de financiamiento a

proyectos de mitigación al cambio climático. Adicionalmente, para el 2010 Nicaragua desarrolla un marco de actuación para la promoción de proyectos bajo el MDL.

En el 2022 con el objeto de adecuar la institucionalidad nacional de MDL al nuevo marco institucional de Nicaragua y de adaptar progresivamente los procesos nacionales a las directrices establecidas por la CMNUCC relacionadas con el nuevo mecanismo propuesto en el artículo 6 del Acuerdo de París, se crea el Comité Nacional de Mitigación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, como *"sucesor sin solución de continuidad de la Oficina Nacional de Desarrollo Limpio"* (Gobierno de Nicaragua, 2022b). La Secretaría de Cambio Climático de la Presidencia de la República actúa como instancia coordinadora del Comité y es la autoridad nacional designada ante la Junta Ejecutiva del MDL.

El desarrollo de portafolios de proyectos MDL en Nicaragua se concentra en proyectos de incorporación de energía renovable a la red eléctrica nacional, favorecidos por condiciones estructurales del sector eléctrico nicaragüense. Recientemente se registraron proyectos de reforestación, de metano evitado y de manejo energético de corrientes de desecho.

En la Tabla 85, se presentan los proyectos registrados en el MDL, en la cual se puede observar que 11 de los 17 proyectos registrados han realizado reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, según el registro. En la Tabla 86 se presentan seis proyectos que se encuentran en validación. En la Figura 87, se observa la distribución del portafolio por tipo de proyecto, con relación a su estado ante el MDL.

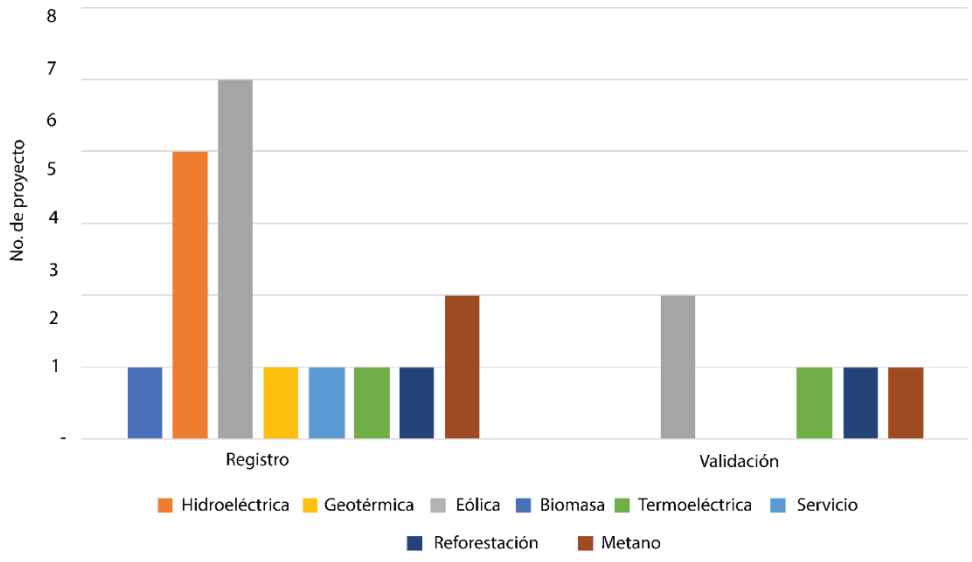


Figura 87. Portafolio de Proyectos MDL – Nicaragua

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 85. Proyectos registrados en el MDL

Título de registro del Proyecto	Tipo de Proyecto	Entidad Operacional Designado	Total CER emitidos	Capacidad Instalada (MW)	Inversión total de capital (US$)
Monte Rosa Bagasse Cogeneration Project (MRBCP)	Biomass Energy	TÜV SÜD South Asia Private Limited (TÜV SÜD)	768,249	55.0	ND
San Jacinto Tizate geothermal project	Geothermal	Det Norske Veritas-CUK	1,070,946	66.0	26,000,000
Vinasse Anaerobic Treatment Project - Compañía Licorera de Nicaragua, S. A. (CLNSA)	Methane avoidance	TÜV SÜD South Asia Private Limited (TÜV SÜD)	396,571	ND	7,630,000
Amayo 40 MW Wind Power Project - Nicaragua	Wind	SGS United Kingdom Limited (SGS)	1,088,444	39.9	85,842,000
La Mora Hydroelectric Project	Hydro	Spanish Association for Standardisation and Certification (AENOR)	ND	1.9	ND
Southern Nicaragua CDM Reforestation Project	Reforestation	Bureau Veritas Certification Holding SAS (BVCH)	233,309	ND	ND
Amayo Phase II Wind Power Project	Wind	Det Norske Veritas-CUK	552 776,0	23.1	43,722,000
International water purification programme	EE service	Germanischer Lloyd Certification GmbH	2,220,831	ND	ND
EOLO Wind Power Project	Wind	ERM Certification and Verification Services Limited (ERM CVS)	929,978	44.0	111,540,000
Biogas Programme Nicaragua (PBN)	Methane avoidance	Spanish Association for Standardisation and Certification (AENOR)	ND	ND	ND
Tepeu Wind Programme of Activities	Wind	Germanischer Lloyd Certification GmbH	ND	ND	ND
La Fe Wind Farm Project	Wind	RINA Services S.p.A. (RINA)	797,040	39.6	115,800,000
Guacamaya Small Scale Hydropower Programme of Activities	Hydro	TÜV Rheinland (China) Ltd. (TÜV Rheinland)	141,271	ND	ND
Monte Rosa Vinasse Dewatering Project (Hereinafter MRVDP)	EE Industry	TÜV Rheinland (China) Ltd. (TÜV Rheinland)	ND	ND	ND
Hydro Electric Plant - Hidro Pantasma	Hydro	TÜV Rheinland (China) Ltd. (TÜV Rheinland)	229,478	13.0	43,288,200
UpEnergy Open Access Improved Cookstoves Program in Latin America	EE households	Det Norske Veritas-CUK	ND	ND	ND
El Diamante 5 MW hydroelectric Project	Hydro	TÜV Rheinland (China) Ltd. (TÜV Rheinland)	ND	5.0	13,217,265

ND: No hay datos

Fuente: Elaboración propia en base a la database for Pas and PoAs (CMNUCC).

Tabla 86. Proyectos en validación

Título de registro del Proyecto	Tipo de Proyecto	Entidad Operacional Designado	Cantidad de reducciones (PDD ex-ante) por año en CP3	Capacidad Instalada (MW)	Inversión total de capital (US$)
Hato Grande Wind Power Project	Wind	Spanish Association for Standardisation and Certification (AENOR)	100,666	42.0	106,094,168
Futuro Forestal Nicaragua Reforestation Program	Reforestation	Bureau Veritas Certification Holding SAS (BVCH)	4,904	ND	ND
International Renewable Electrification and Safe Drinking Water Supply Program	EE service	Carbon Check (India) Private Ltd. (Carbon Check)	1	ND	ND
For Stoves Programme of Activities	EE households	TÜV Rheinland (China) Ltd. (TÜV Rheinland)	62,624	ND	ND
Ometepe biogás Programme	Methane avoidance	ERM Certification and Verification Services Limited (ERM CVS)	6,331	ND	ND
La Fe Wind Farm Project	Wind	Det Norske Veritas- CUK	43,985	19.8	29,520,000

ND: No hay datos.

Fuente: Elaboración propia en base a la database for Pas and PoAs (CMNUCC).

4 Vulnerabilidad ante la Crisis Climática

4.1. Vulnerabilidad ante la Crisis Climática

En el contexto de alta vulnerabilidad de Nicaragua frente al cambio climático, se realizan importantes esfuerzos técnicos y financieros para incrementar progresivamente las capacidades nacionales, para evaluar con menor incertidumbre los riesgos a los que se enfrenta su territorio, la economía, la población y sus medios de vida; e impulsar políticas y proyectos orientados a incrementar la capacidad adaptativa y la resiliencia frente a los impactos de los eventos climáticos extremos.

El presente capítulo de la Cuarta Comunicación considera el estudio de "Evaluación de la vulnerabilidad territorial de la República de Nicaragua al cambio climático", elaborado por INETER en el marco del proyecto "Habilitación de la preparación de la Cuarta Comunicación Nacional de Nicaragua y el Primer Informe Bienal de Actualización a la CMNUCC".

El estudio retoma los siguientes conceptos y definiciones claves sobre vulnerabilidad y adaptación orientados por el IPCC:

- **Variabilidad y cambio climático:** el IPCC define como variabilidad climática a "las variaciones del estado medio y otras características estadísticas (desviación típica, fenómenos extremos, etc.) del clima en todas las escalas espaciales y temporales más amplias, que las de los fenómenos meteorológicos" (IPCC, 2014a). Puede deberse a procesos internos naturales del sistema climático o a variaciones del forzamiento externo, de origen antropogénico.
- **Adaptación:** proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar o evitar los daños, o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En algunos sistemas naturales la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus efectos.
- **Vulnerabilidad:** propensión o predisposición a ser afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos y elementos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación.
- **Exposición:** presencia de personas; medios de subsistencia; especies o ecosistemas; funciones, servicios y recursos ambientales; infraestructura o activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente.
- **Capacidad de adaptación (capacidad adaptativa):** capacidad de los sistemas, las instituciones, los seres humanos y otros organismos para adaptarse ante posibles daños, aprovechar las oportunidades o afrontar las consecuencias.

- **Resiliencia:** capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de afrontar un suceso, tendencia o perturbación peligrosa, respondiendo o reorganizándose de modo que mantengan su función esencial, su identidad y su estructura, conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación.

Complementariamente, la Figura 88 permite entender, por una parte, el concepto de "riesgo de impactos del cambio climático", como una derivación de la interacción existente entre los peligros ligados al clima con la vulnerabilidad y la exposición de los sistemas humanos y naturales. Por otra parte, permite comprender la incidencia que les corresponde a los respectivos impulsores de peligro, exposición y vulnerabilidad.

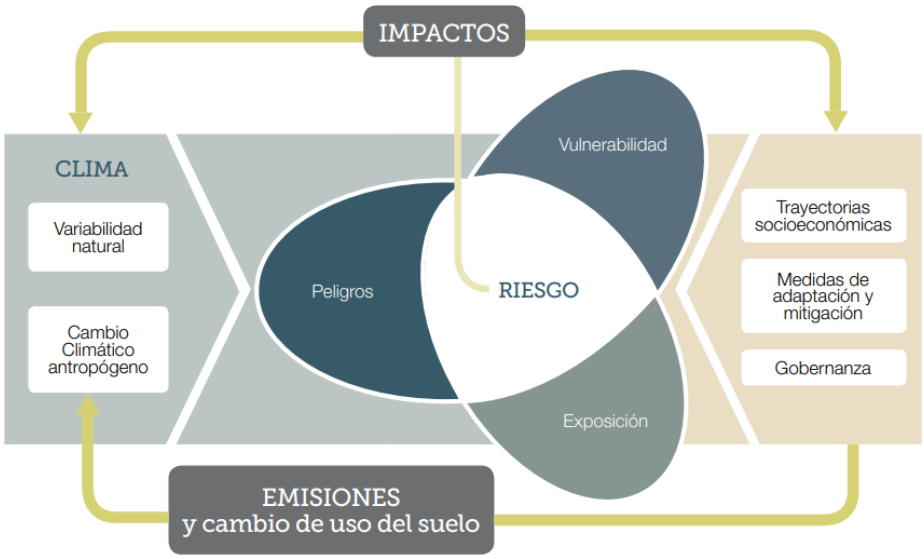


Figura 88. Impactos del clima
Fuente: IPCC, 2014b.

En síntesis, se debe entender que el riesgo de los impactos conexos al clima es una función de: (i) los peligros existentes (amenazas climáticas o fenómenos/episodios meteorológicos o climáticos); (ii) la susceptibilidad al daño (originado en tales peligros) que tienen los sistemas humanos o naturales expuestos, debido a sus condiciones o características intrínsecas, y (iii) la ubicación o grado de exposición de esos sistemas con respecto a las amenazas climáticas.

De igual manera, este enfoque posibilita conceptualizar las evaluaciones de riesgo climático y vulnerabilidad de los sistemas humanos o naturales como parte sustantiva de un proceso adaptativo.

4.2. Aproximación a una evaluación de la vulnerabilidad de Nicaragua

Siguiendo las directrices de la CMNUCC para la preparación del capítulo de vulnerabilidad y adaptación en las comunicaciones nacionales, esta sección presenta una síntesis de la evaluación de la vulnerabilidad territorial de Nicaragua al cambio climático, que contiene una breve descripción de los criterios, metodologías y resultados obtenidos a nivel territorial.

La evaluación de vulnerabilidad aplica los lineamientos del Quinto Informe de Evaluación del IPCC (2014a) y se formula a partir de un análisis del sistema territorial de Nicaragua, con la expectativa de ser considerado como un instrumento de base, para la planificación territorial del desarrollo y en particular de la adaptación al cambio climático.

Esta evaluación parte de un diagnóstico territorial de línea de base, de la República de Nicaragua, elaborado bajo un enfoque holístico y sistémico que fue la base técnico-científica para evaluar la vulnerabilidad del sistema territorial nacional.

Para el efecto se identificaron y mapearon las amenazas y/o susceptibilidades que afectan al sistema territorial, las cuales son exacerbadas por el cambio en los patrones de variabilidad climática y el aumento de la temperatura global. Las amenazas/susceptibilidades analizadas fueron: amenaza por exceso de precipitación, amenaza de sequía meteorológica, susceptibilidad por huracanes, susceptibilidad a inundaciones, susceptibilidad por aumento del nivel del mar y amenazas/susceptibilidad de deslizamientos.

Se identificaron los territorios que, por sus características biofísicas, socioeconómicas, poblacionales, asentamientos humanos, ambientales, culturales e históricas presentan distintos niveles de vulnerabilidad. Para esto se definieron: (i) indicadores relativos que responden a las características de la base biofísica (sus relaciones funcionales, la infraestructura, el paisaje, los ecosistemas, usos de la tierra, suelos, entre otros) y, (ii) indicadores asociados a características de la población que reside en el territorio como la economía, el equipamiento en salud y educación, la accesibilidad a servicios y bienes primarios, la prevalencia de enfermedades epidémicas etc. Así se definieron: 7 indicadores por exposición, 1 indicador de capacidad adaptativa, 11 indicadores de vulnerabilidad territorial según factores físicos, económicos – productivos, sociales y ambientales.

El análisis y los resultados de la evaluación de vulnerabilidad territorial constituye la primera aproximación sobre vulnerabilidad climática de Nicaragua a escala nacional, formulada a partir de un proceso de fortalecimiento de capacidades de los actores

institucionales, orientada a mejorar los procesos de producción, gestión y análisis de la información relacionada con el clima y sus impactos.

En este contexto, este proceso puso en evidencia la necesidad de fortalecer los sistemas de información geográfica nacional, de manera que cuente con bases de datos actualizadas y sistematizadas con información adecuada para profundizar los futuros análisis de vulnerabilidad. Particularmente se requieren fortalecer las capacidades nacionales para desarrollar estudios actualizados y cartografía de las principales amenazas climáticas que afectan el territorio nacional (huracanes, inundaciones, el aumento del nivel del mar y deslizamientos), con el objeto de reducir la incertidumbre en los análisis de vulnerabilidad.

Así mismo, se identificó la necesidad de contar con un censo nacional de población actualizado como base fundamental para determinar indicadores sociales y económicos a escala territorial, que permitan la construcción de indicadores territoriales más precisos.

4.2.1. Diagnóstico integral del territorio nacional

Como resultado del análisis de las relaciones funcionales y de los componentes biofísicos y socioeconómicos del país, se realizó un análisis integral del territorio, que permitió identificar tres grandes áreas o **macrozonas homogéneas** con características poblacionales, infraestructurales, climáticas y ambientales diferenciadas, así como, con potencialidades y restricciones específicas. Estas tres macrozonas o unidades de síntesis territorial (Macrozona del Pacífico, la Macrozona Central y la Macrozona del Caribe) (Figura 89a), se subdividen a su vez en zonas y subzonas por presentar características especiales, exclusivamente en el Pacífico y el centro este del país (Figura 89b). Esta zonificación nacional permitió sistematizar el diagnóstico de línea de base territorial.

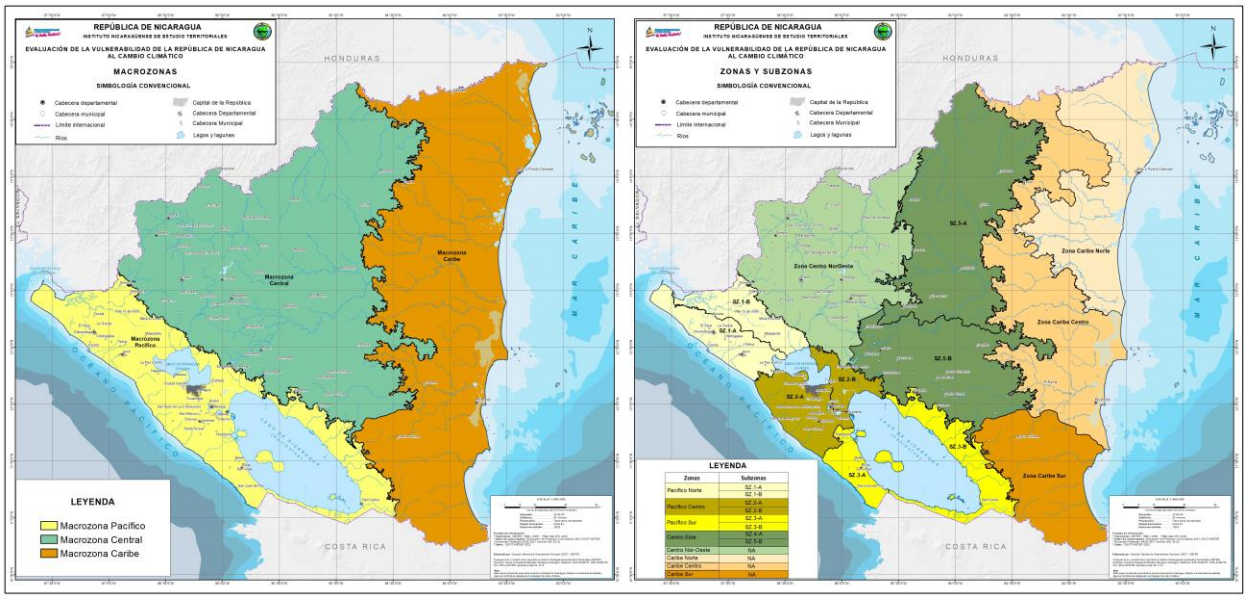


Figura 89. (a) Unidades de síntesis territorial de Nicaragua, (b) Macrozonas– Zonas y subzonas

Fuente: INETER – DGOT 2022.

Macrozona del Pacífico

Abarca toda la planicie volcánica/costera del Pacífico y llega hasta la cota de los 100 msnm, en el límite donde inician las elevaciones que conforman la Región Central. Representa el 22.33% del territorio nacional y comprende parte de los departamentos Boaco, Carazo, Chinandega, Chontales, Granada, León, Managua, Masaya, Río San Juan y Rivas con 70 municipios y 1,678 comunidades. Se caracteriza por contener toda la cadena volcánica, la Meseta de los Pueblos, el Golfo de Fonseca y los lagos Xolotlán y Cocibolca con sus llanuras. Es la macrozona con los suelos más fértiles y la que concentra el 51.61% de la población total del país, incluida la ciudad de Managua. Por sus características particulares se divide en tres zonas (Pacífico norte, Pacífico centro y Pacífico sur) y seis subzonas, dos por cada zona.

En la zona Pacífico norte, específicamente en la **subzona 1-A**, se concentran las mayores áreas de cultivos exportables (caña de azúcar y maní) sobre el eje vial estratégico mesoamericano. Esta subzona abarca los municipios El Viejo, Chinandega, Chichigalpa, Quezalguaque, Posoltega, León, El Realejo y Corinto, ambos con puertos marítimos de importancia nacional. Incluye la cadena volcánica nicaragüense de Cosigüina a Momotombo y la planicie marino-costera del Pacífico. Por su ubicación geográfica con más de 150 km de costas y por la presencia de la cadena volcánica, posee un alto potencial para diversificar su economía, a través del desarrollo del turismo ya sea de sol y playa, como paisajístico.

La subzona 1-B abarca el delta del Estero Real que incluye toda la zona camaronera, sigue por la depresión nicaragüense, cruzando los municipios Puerto Morazán, Somotillo, Villanueva, Larreynaga y parte de los municipios El Viejo, Chinandega, Telica, La Paz Centro y El Jicaral, hasta el lago Cocibolca. Esta subzona presenta pequeñas áreas de caña de azúcar al norte del departamento Chinandega, granos básicos, principalmente arroz con riego en los municipios Larreynaga y El Jicaral y parches de pastos cultivados en los municipios La Paz Centro, El Jicaral, Larreynaga y Villanueva destinado al ganado vacuno de zona seca. Esta zona es atravesada por parte del corredor vial mesoamericano, por un tramo que va de la ciudad de Chinandega hasta el puesto fronterizo el Guasaule, por donde transita la mayor carga comercial de la región centroamericana. Debido a su ubicación estratégica en términos del comercio internacional y por la cercanía y conectividad vial, con grandes centros productivos (pacífico y macrozona central) tiene un alto potencial para el desarrollo de la Agroindustria Nacional.

En la zona Pacífico centro existen dos subzonas con características biofísicas y socioeconómicas diferentes. **La subzona 2-A** concentra la mayor población, infraestructura y equipamiento del país, es la subzona con la mayor diversificación económica del territorio nacional, en la cual se combinan los sectores agropecuarios, industriales, comercio y de servicios. Abarca los municipios Nagarote, Mateare, Ciudad Sandino y la parte occidental de Villa El Carmen donde priman los sectores agropecuarios de pequeña escala; los municipios Managua, El Crucero, Tipitapa, Ticuantepe, Masaya, La Concepción, San Juan de Oriente, Catarina, Diriá, Diriomo, Masatepe y Niquinohomo donde se mezclan los usos agropecuarios (café, piña, pitahaya, granos básicos, maní y sorgo) con las actividades de pequeña industria artesanal; y los municipios ubicados entre las partes media y baja de la depresión nicaragüense (San Rafael del Sur, Diriamba, Jinotepe y Santa Teresa) donde predominan el monocultivo de caña y los cultivos de granos básicos principalmente. Al igual que la subzona A-1 tiene alto potencial para el desarrollo turístico.

La subzona 2-B es una zona inter lacustre que abarca los municipios Granada, San Lorenzo, Tisma, Tipitapa y San Francisco Libre. Presenta grandes áreas de arroz bajo riego cercanas al lago Cocibolca (Granada, Tisma y parte costera de San Lorenzo), grandes áreas bajo el cultivo de maní principalmente entre Masaya, Tisma y Tipitapa; y grandes áreas de pasto natural y cultivado en los municipios San Francisco Libre y Tipitapa. En términos generales se caracterizan por tener grandes áreas de tierras inundables. Esta subzona presenta poca conectividad vial interna, sin embargo, es un paso obligatorio para conectarse con el centro del país. Tiene un alto potencial para el desarrollo de actividades económicas vinculadas con los dos grandes lagos, tales como turismo, acuicultura y agricultura bajo riego.

El Pacífico sur de Nicaragua se divide territorialmente en dos subzonas, que por su ubicación y características biofísicas y socioeconómicas están bien diferenciadas. La **subzona 3-A** abarca toda la región que va desde el lago Cocibolca, hasta el Océano Pacífico, incluye los municipios Nandaime, Buenos Aires, Potosí, Belén, Tola, Rivas, San Jorge, San Juan del Sur y Cárdenas donde se encuentra el puesto fronterizo sur de gran importancia para el comercio internacional, conocido como Peñas Blancas. Esta zona se caracteriza por su alto potencial económico y turístico, tanto por las playas de Tola y San Juan del Sur, como por las playas lacustres en Rivas, Buenos Aires y San Jorge que incluye el puerto regional lacustre. Además, en este territorio predominan los cultivos exportables como caña de azúcar bajo riego en los municipios Nandaime, Potosí y Buenos Aires; las musáceas y sorgo en Rivas y Tola; y áreas de pasto natural y cultivado, distribuido por toda la región, concentrándose principalmente en Rivas y la parte este del municipio San Juan del Sur. Cabe señalar que esta región forma parte de la zona ganadera del pacífico y concentra el 11.40% del hato nacional. Forman parte de esta zona las isletas de Granada, Isla Zapatera y la Isla de Ometepe, atractivos naturales y culturales de gran valor paisajístico para el desarrollo económico.

La **subzona 3-B** del Pacífico sur, es una región que se destaca por una alta actividad ganadera, principalmente en los municipios Juigalpa y Acoyapa que forman parte de la llamada vía láctea ampliada, la cual concentra la mayor cantidad de infraestructura (acopios, plantas procesadoras, etc.) y por una zona de transición con una ganadería menos tecnificada en los municipios Morrito, San Miguelito y San Carlos. En esta se encuentran importantes áreas naturales, como el refugio de vida silvestre los Guatusos, Solentiname y parte de Río San Juan hasta El Castillo. Es una zona con un alto potencial industrial y comercial ganadero. Es atravesada por una carretera troncal principal que la conecta con el resto del país y que finaliza en el puesto fronterizo de San Pancho, de importancia comercial entre las comunidades fronterizas de Costa Rica y Nicaragua.

La macrozona central (montañosa)

Se ubica en el centro del territorio nacional y comprende las elevaciones montañosas que suben a partir de la cota 100 msnm límite con la planicie volcánica/costera del pacífico y la cota 100 msnm de las llanuras del Caribe. Se divide en dos zonas (centro - noroeste y centro - este), la segunda con dos subzonas. Ocupa el 41.03% del territorio nacional y comprende parte de los departamentos Boaco, Chinandega, Chontales, Estelí, Jinotega, León, Madriz, Managua, Matagalpa, Nueva Segovia, Río San Juan, RACCN y RACCS con 94 municipios y 3,583 comunidades. Es la zona del país que presenta las mayores pendientes y elevaciones sobre el nivel del mar, contiene el denominado corredor seco de Nicaragua y concentra las mayores áreas para la producción de café. Posee el 38.48% de la población total nacional.

La **Zona Centro - Este**, se divide en dos subzonas debido a sus características particulares, la **subzona 5-A** abarca los municipios San José de Bocay, Bonanza, Siuna, Waslala, Mulukukú, Río Blanco, Paiwas y una parte de los municipios Waspam y Matiguás. Es una subzona donde predominan los cultivos de subsistencia principalmente de granos básicos, distribuidos en pequeñas parcelas por todo el territorio. En los municipios Paiwas, Río Blanco y Mulukukú se combinan con la actividad ganadera que se extiende como parte de la llamada "vía láctea ampliada" y que diversifica los medios de vida de la población, a esto se le suma que Siuna y Bonanza forman parte del triángulo minero lo que implica una alta actividad industrial. Esta zona es atravesada por el corredor vial estratégico del caribe norte, siendo los municipios de Río Blanco (puerto comercial), Mulukukú y Siuna los municipios más beneficiados de manera directa. La parte norte de esta subzona incluye todas las áreas protegidas, que conforman la reserva de Biosfera Bosawas, actualmente sujetas a intensa presión por el desarrollo de actividades humanas que intensifican el avance de la frontera agrícola. Esta subzona posee un altísimo potencial para la conservación de los recursos naturales y para el desarrollo sostenible y responsable de la actividad industrial minera y de la actividad comercial.

La subzona 5-B, desde el punto de vista geomorfológico es similar a la **subzona 5-A** con alturas que van desde los 100 msnm hasta los 1,000 msnm. Es una zona pecuaria por excelencia y abarca los municipios Juigalpa, Comalapa, Teustepe, Camoapa, La Libertad, San Pedro de Lóvago, Santo Tomás, Santo Domingo, Villa Sandino, Cuapa y El Ayote. Concentra la mayor proporción de la infraestructura ganadera y lechera del país.

La Zona Centro–NorOeste, es la región que presenta las alturas y pendientes más pronunciadas del país. Se caracteriza por presentar un clima fresco y por concentrar las áreas más productivas de café, principalmente en los municipios Matagalpa, Jinotega, San Ramón, El Tuma - La Dalia, Rancho Grande, San Dionisio, El Cuá, Santa María de Pantasma, San Juan de Río Coco, Wiwilí de Jinotega y Nueva Segovia, Murra, Jalapa, San Fernando, Mozonte y Dipilto. En esta zona existe actividad ganadera principalmente para la producción de leche. En la parte oeste se encuentra el corredor seco del país caracterizado por presentar precipitaciones menores a los 800 mm/año y donde las actividades económicas principales son las agrícolas de granos básicos dirigidas al mercado nacional y el autoconsumo. Esta zona es atravesada de sur a norte por el corredor vial estratégico central conectando todo el país. Cuenta con tres puestos fronterizos, el primero en el municipio San Lucas conocido como El Espino, el segundo en Dipilto conocido como Las Manos y el último conocido como la Aduana de Teotecacinte en el municipio Jalapa, utilizados para el transporte terrestre de personas y mercadería hacia los países del norte.

La macrozona del Caribe (llanuras del Caribe)

Abarca toda la llanura del Caribe nicaragüense a partir de la cota de los 100 msnm hasta el Mar Caribe, se caracteriza por contener gran número de ecosistemas de bosques y humedales únicos en el país, como la llanura de pinos naturales en el extremo este del caribe norte y la reserva de Biosfera Indio Maíz en el Caribe sur. Es una zona atravesada por los ríos más largos del país y presenta suelos poco fértiles para la producción agrícola de gran escala. Contiene una población multiétnica, compuesta por afrodescendientes, indígenas misquitas, malangonas y mestizos. Como macrozona concentra el 36.64% del territorio y el 9.91% de la población nacional.

Esta macrozona se divide en tres zonas con particularidades ecológicas, climáticas y morfológicas muy propias, que las diferencian entre sí, dichas características son determinantes en la estructura funcional del sistema territorial, específicamente en cuanto a los patrones de asentamientos y la estructuración de sus medios de vida; a esto se le suma la diversidad cultural y étnica de la región, donde sus tradiciones y costumbres, vinculan a las poblaciones mestizas, afrodescendientes e indígenas a una visión única de interpretar y vivir su espacio geográfico.

La **zona Caribe norte** se corresponde con un área única en el territorio nacional, caracterizado por la presencia de la sabana inundable de pinos, que bajan por la planicie costera del Caribe de Belice y Honduras hasta llegar a la desembocadura del Río Grande de Matagalpa. Esta sabana es del tipo estacional, es decir que hay deficiencia hídrica durante la estación seca, pero con inundación durante la estación lluviosa sobre todo en las partes bajas del terreno. Los suelos son generalmente arcillosos, pobres y ácidos. Esta zona incluye la reserva biológica Cayos Miskitos y la franja costera de humedales. Las actividades económicas de esta zona están vinculadas principalmente al sector primario (pesca) y al sector terciario en los principales asentamientos humanos como Bilwi. Por otro lado, esta zona con una densidad poblacional de 15 habitantes por km^2, es la principal ruta de entrada de las tormentas tropicales y huracanes que azotan el territorio nacional.

La **zona Caribe centro**, es una zona de transición entre las zonas inundables del Caribe y la macrozona central de Nicaragua, esta zona funciona actualmente como límite natural de la frontera agrícola, aún conserva grandes áreas de bosque cerrado, principalmente en el norte, contiguo a Bosawas y gran número de parches distribuidos por toda la zona hasta llegar al límite en el municipio de Bluefields. Es una zona con un alto potencial para la conservación y protección de los recursos naturales y para el desarrollo de sistemas agroforestales y agrosilvopastoriles en los municipios El Rama, Tortuguero y La Cruz de Río Grande, El Rama y Kukra Hill concentran las mayores plantaciones de palma aceitera. Es una zona con un alto potencial para el ecoturismo a mediano y largo plazo,

es considerada como una zona especial para el desarrollo del comercio internacional, una vez finalizado el puerto de aguas profundas de Bluefields.

La **zona Caribe Sur**, es la zona de Nicaragua que presenta los mayores niveles de precipitación llegando hasta los 6,000 mm anuales en la zona fronteriza con Costa Rica, incluye a las Serranías de Yolaina y la reserva de Biosfera Indio Maíz de gran importancia para la biodiversidad nacional y su límite sur es el refugio de vida silvestre Río San Juan. Cuenta con muy poca población y una densidad de 14 habitantes por km^2. Presenta algunas zonas de cultivo de palma aceitera y muchos parches cultivados de granos básicos para el autoconsumo y el mercado local en los municipios El Almendro, Nueva Guinea y El Castillo. Esta zona presenta un alto potencial para el desarrollo de sistemas agroforestales (El Almendro, Nueva Guinea y parte de El Castillo); y para la investigación científica, el ecoturismo y la protección de los recursos naturales en parte de El Castillo, Bluefields y San Juan de Nicaragua.

4.2.2. Amenazas climáticas en Nicaragua

Con el propósito de valorar las amenazas climáticas sobre el territorio nacional, se tomó como punto de partida los escenarios futuros de cambio climático (IPCC, 2014a) y el comportamiento futuro de la variabilidad climática, logrando identificar las principales amenazas nacionales según se muestra en la Tabla 87.

Tabla 87. Identificación de amenazas climáticas

Escenarios	Variables	Amenazas	Territorio Expuestos	Sector Vulnerable
Variabilidad Climática Actual				
El Niño	Precipitación	Déficit (30-70%), Sequia meteorológica	Pacífico y Central	Población
				Agropecuario
				Salud Pública
				Recursos Hídricos
	Temperatura	Aumento (1 a 2°C) Olas de calor		Población
				Infraestructuras
	Viento	Aumento alturas mayores 500 metros		Energía
	Temperatura del mar	Aumento de la temperatura Océano Pacífico	Sector costero del Pacífico	Pesca
La Niña	Precipitación y tormentas tropicales severas	Aumento (30 a un 70%) de las precipitaciones – Inundaciones	Todo el país	Población
				Agropecuario
				Salud Pública
				Recursos Hídricos
				Infraestructuras

Escenarios	Variables	Amenazas	Territorio Expuestos	Sector Vulnerable
		Deslizamientos de tierra	Principalmente en la macrozona Central y la Isla de Ometepe	Población e infraestructura
	Ciclones y huracanes	Precipitaciones	Solo desde el meridiano 11.5 hacia el norte	Población e infraestructura costera
		Vientos		Salud Pública
				Infraestructuras
		Marea de tormenta		Población
Cambio Climático: Lleva implícito un aumento de temperatura + déficit de precipitaciones y variabilidad climática más severa y frecuente				
Condiciones neutrales	Precipitación	Déficit (10 y 20%)	Todo el país	Población
				Agropecuario
				Salud Pública
				Recursos Hídricos
	Temperatura	Aumento en 3°C	No determinados	Recursos Naturales y Biodiversidad
				Población
El Niño	Precipitación	Déficit (30-70) %	Pacífico y Central	Población
				Agricultura
				Salud Pública
				Recursos Hídricos
	Temperatura	Aumento (3 a 4°C) - Olas de calor	No determinados	Población
				Infraestructuras
	Temperatura del mar	Aumento de la temperatura Océano Pacífico	Sector costero del Pacífico	Pesca
La Niña	Precipitación y tormentas tropicales severas	Aumento (30 a un 70%) de las precipitaciones e inundaciones	Todo el país	Población
				Agricultura
				Salud Pública
				Recursos Hídricos
				Infraestructuras
		Deslizamientos de tierra	Macrozona Central y la Isla de Ometepe	Población e infraestructura

Escenarios	Variables	Amenazas	Territorio Expuestos	Sector Vulnerable
	Ciclones y huracanes.	Precipitaciones	Solo desde el meridiano 11.5 hacia el norte	Población
		Vientos		Salud Pública
				Infraestructuras
		Marea de tormenta		Población e infraestructura costera
Cambio en el nivel de los océanos	Nivel del mar.	Elevación del nivel del mar	Costas Pacífico y Atlántico	Población
				Turismo
				Pesca

Fuente: Elaborado por INETER 2022 en base a INETER 2014.

4.2.2.1. Amenaza por exceso de precipitación

Nicaragua tiene un período húmedo que va de mayo a octubre, donde se evidencian los mayores acumulados de precipitación del régimen pluviométrico anual. De mayo a julio (Figura 90.A1) se da el primer subperíodo lluvioso, el cual registra un nivel de amenaza alta por exceso de precipitación en gran parte de Matagalpa, Boaco, Chontales, Madriz, Nueva Segovia, Managua, Granada y Chinandega; y de agosto a octubre (Figura 90.A2) se da el segundo subperíodo lluvioso, que concentra un nivel de amenaza alta por exceso de precipitación en parte de la RACCS, Río San Juan, Rivas, Masaya, Granada, Nueva Segovia, Estelí, Boaco, Chontales y Matagalpa. Durante el período húmedo, el país es amenazado por ciclones tropicales debido a las características físicas y topográficas del territorio nacional, así como, la incidencia de fenómenos meteorológicos que afectan la región centroamericana. Por otro lado, la vertiente del Caribe presenta precipitaciones interanuales casi continuas, estableciendo una estación lluviosa más duradera en relación con el resto del país, por la influencia de los vientos alisios que provienen del Mar Caribe y transportan gran cantidad de humedad hacía el interior.

Además, se cuenta con un período seco, que va de noviembre a abril (Figura 90. A3) en donde se observa una reducción significativa de los acumulados de precipitación, fundamentalmente por el fortalecimiento de los sistemas de altas presiones anticiclones marítimos y continentales. Sin embargo, al analizar la distribución de la amenaza por exceso de precipitación, se registra un nivel alto en una pequeña parte de Nueva Segovia, Matagalpa, Boaco y Chontales; destacando que, en los departamentos ubicados en el Pacífico nicaragüense y áreas de transición al centro del país, no se registra amenaza. Por último, hay que destacar el comportamiento de la amenaza por

exceso de precipitación según los valores de media anual (Figura 90.A4), donde se observa una alta recurrencia según los valores medios de los últimos 39 años, en ese sentido las zonas más impactadas del país se encuentran en parte de los departamentos Boaco, Chontales, Rivas, Estelí, Managua y Granada; y en la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte. Los valores medios anuales son la base para evaluar la vulnerabilidad por exposición ante esta amenaza (Figura 90).

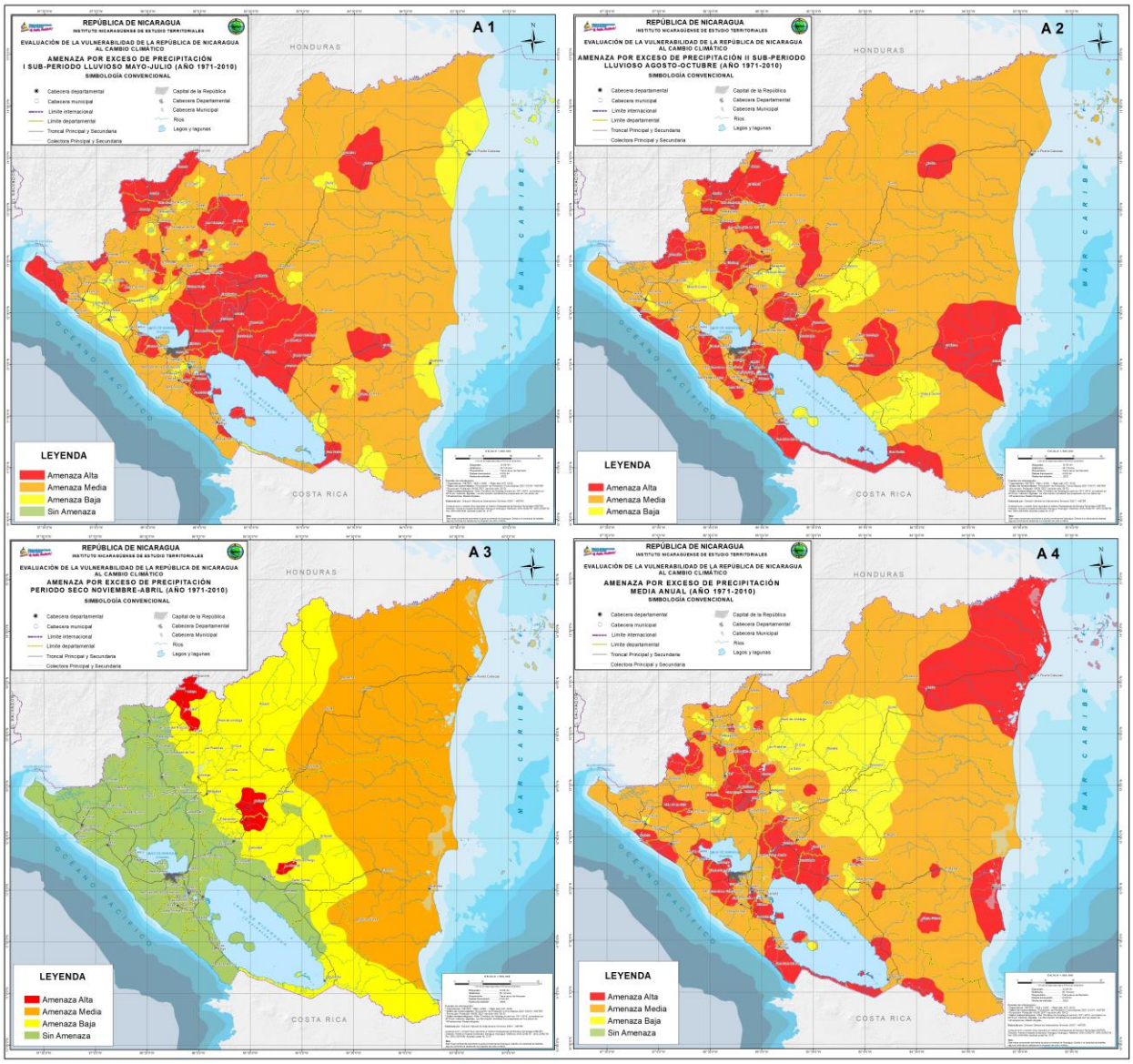


Figura 90. Distribución de la amenaza por exceso de precipitación

Fuente: Dirección General de Meteorología (DGM) - INETER, 2015.

4.2.2.2. Amenaza de sequía meteorológica

Dentro de los fenómenos extremos conexos con el clima, se encuentra la sequía (IPCC, 2014a). En el caso de Nicaragua, la sequía meteorológica está directamente relacionada con la presencia del evento cálido El Niño. En este proceso, la variabilidad y el cambio climático juegan un rol fundamental, ya que inciden directamente en el aumento de la frecuencia e intensidad del fenómeno, convirtiéndolo en una amenaza para el sector agrícola, ganadero, población, entre otros. Existe un nivel de confianza muy alto de que, en los territorios amenazados por la sequía, algunos ecosistemas, sistemas humanos y la actual variabilidad climática, aumenten su exposición y vulnerabilidad.

Para determinar el comportamiento de la sequía meteorológica en Nicaragua, se aplicó el método de análisis de Índice de Precipitación Estandarizado (IPE), el cual toma como referencia el umbral del IPE para definir la intensidad del fenómeno y luego relacionarla con la probabilidad de ocurrencia (Tabla 88).

Tabla 88. Sistema de clasificación para determinar nivel de amenaza por sequía meteorológica

Probabilidad de Ocurrencia (%)	Intensidad		
	Extrema [-2<IPE]	Severa [-2<IPE<-1.5]	Moderada [-1.5<IPE<-1]
Alta (mayor de 34%)	Amenaza alta	Amenaza alta	Amenaza alta
Media (entre 27% y 34%)	Amenaza media	Amenaza media	Amenaza baja
Baja (entre 19% y 26%)	Amenaza media	Amenaza baja	Amenaza baja
Menor de 18%	Sin amenaza		

Fuente: Dirección General de Meteorología (DGM) – INETER, 2015.

El IPE fue desarrollado por Mckee y colaboradores en 1993. Se basa en la probabilidad de precipitación para cualquier escala de tiempo y solo es dependiente de series históricas de precipitación, lo que hace posible identificar los impactos de la sequía en períodos de corto, mediano y largo plazo (McKee et al. 1993).

La Organización Meteorológica Mundial adoptó en el año 2009 el indicador IPE, como estándar mundial para medir las sequías meteorológicas, por medio de la Declaración de Lincoln sobre índices de sequía y fomenta su uso por parte de los servicios nacionales de meteorología e hidrología, junto con los demás indicadores que se utilizan en cada región. El índice de precipitación estandarizado es un índice potente, flexible y sencillo, basado en datos de precipitación, capaz de identificar períodos o ciclos húmedos y períodos o ciclos secos. El IPE compara la precipitación en un período dado

(normalmente de uno a 24 meses) con el promedio de precipitaciones a largo plazo en el mismo lugar (Edwards y McKee, 1997).

En el territorio nacional se identificaron 5,631,377.87 ha amenazadas por sequía meteorológica, de estas, el 21.00% presenta una amenaza alta, distribuida en 1,533 comunidades en parte de los departamentos Nueva Segovia, Madriz, Estelí, al oeste de los departamentos de Matagalpa, Boaco y Chontales; en la parte central del departamento de León, todo el departamento de Managua, en los municipios San Marcos, Dolores, La Conquista, Santa Teresa del departamento de Carazo y en la zona norte del municipio de Granada. La amenaza media ocupa el 22.52% y la amenaza baja el 56.48%.

El corredor seco de Nicaragua está delimitado por zonas del país que presentan rangos de precipitaciones medias entre 600 - 1,000 mm. Se ubica principalmente en el sector noroeste de la zona central y cubre un área total de 866,531.21 ha. Este atraviesa los departamentos Nueva Segovia, Madriz, Estelí, Matagalpa, Boaco, Chontales en 1,151 comunidades. La amenaza alta cubre el 76.96% del corredor seco, la amenaza media el 20.68% y la baja 2.36% (Figura 91).

Conocer el comportamiento territorial de la amenaza por sequía meteorológica contribuye a la toma de decisiones efectivas para reducir los impactos en las áreas amenazadas; fomenta el interés científico-técnico para el desarrollo de estudios de aparición y propagación de plagas en cultivos de granos básicos por su importancia para la seguridad alimentaria del país y cultivos de exportación por su relevancia económica; identifica las zonas con menos disponibilidad de agua pluvial y zonas con mayor oportunidad para la cosecha; genera insumos para el estudio de la variabilidad climática e impactos del cambio climático; permite el diseño de estrategias integrales de adaptación al cambio climático donde se tomen en cuenta los sectores forestal, agrícola, ganadero y social, ejemplo, la selección de variedades de semillas para mejorar el rendimiento de los cultivos, períodos de siembra, redirección de proyectos agropecuarios a zonas sin amenaza, entre otros.

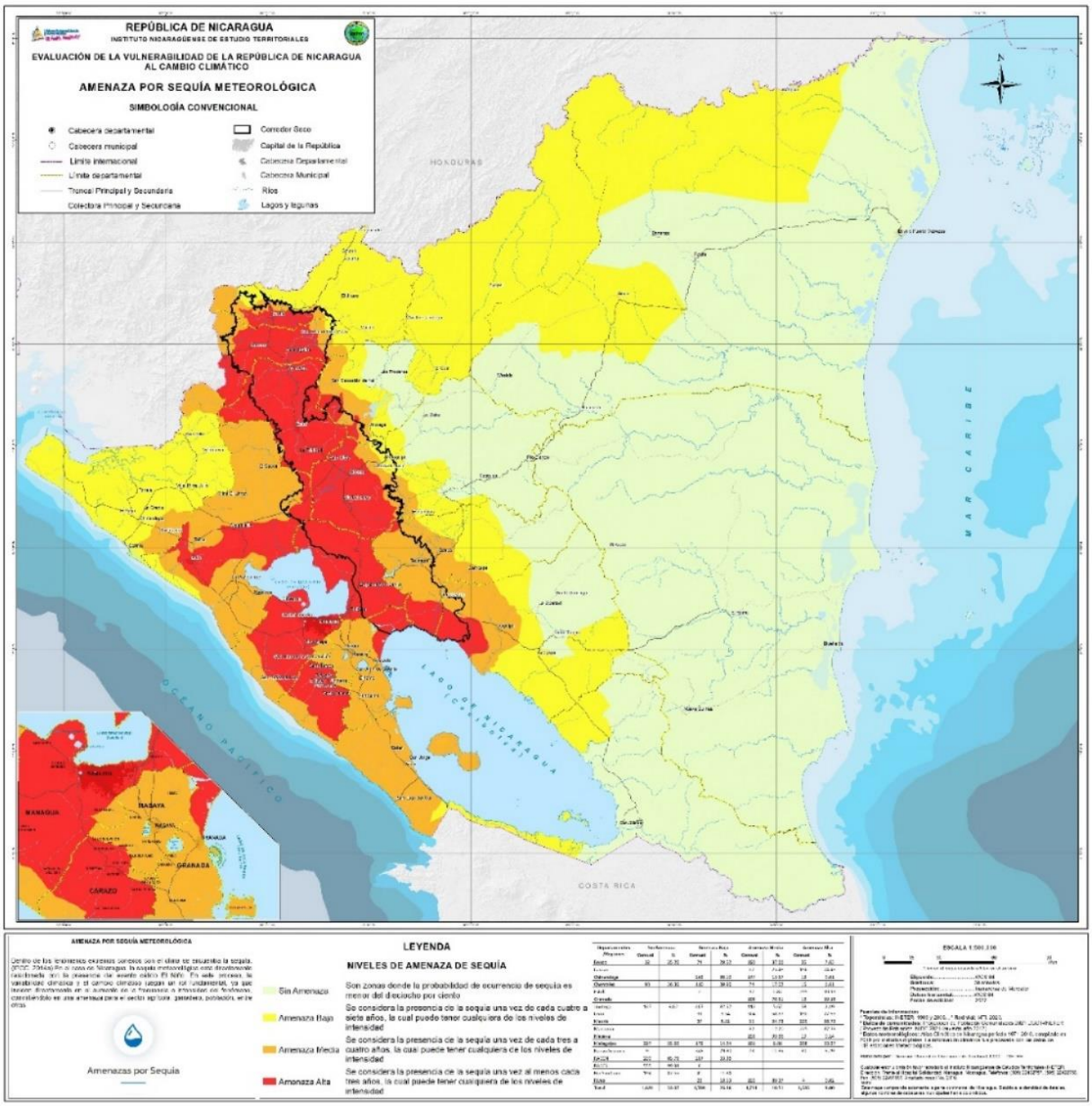


Figura 91. Distribución de la amenaza de sequía meteorológica

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, en base a DGM 2015.

4.2.2.3. Susceptibilidad por huracanes

Por la ubicación geográfica de Centroamérica, Nicaragua está expuesta a un severo régimen climático, inducido por la variabilidad climática y eventos que se originan en el Océano Pacífico, y cada vez más recurrentes, intensos y extremos en el Mar Caribe. Estos fenómenos son propios de la zona de convergencia intertropical, complejo sistema de circulación de las corrientes marinas e incidencia de frentes fríos del norte y ciclones tropicales (Milán, 2012).

Los ciclones tropicales son sistemas de bajas presiones, formados en las aguas tropicales, acompañados de tormentas eléctricas cerca del centro de vientos cerrados y ciclónicos. Para medir la fuerza y destrucción de estos se utiliza la Escala de Ciclones Tropicales y en el caso de los huracanes se aplica la Escala de Saffir Simpson. De acuerdo con la primera escala, los ciclones tropicales con magnitudes bajas se clasifican como ondas tropicales y/o perturbaciones tropicales. Luego están las depresiones tropicales con un potencial local destructivo con velocidades de vientos máximos sostenidos en la superficie de <62km/h; y las tormentas tropicales con un potencial destructivo y velocidades de vientos entre los 63 km/h y 117km/h (NOAA, 2021).

A partir de esta velocidad de vientos, los ciclones tropicales se clasifican en huracanes debido a su potencial altamente destructivo en:

- Categoría I: vientos entre 118 km/h – 153 km/h con daño potencial altamente destructivo.
- Categoría II: vientos entre 154 km/h – 177 km/h con daño potencial altamente destructivo.
- Categoría III: vientos entre 178 km/h – 209 km/h con daño potencial extremadamente destructivo.
- Categoría IV: vientos entre 210 km/h – 249 km/h con daño potencial extremadamente destructivo.
- Categoría V: vientos mayores a 249 km/h con daño potencial exageradamente destructivo.

Actualmente el país no cuenta con un mapa oficial de amenazas por eventos ciclónicos (tormentas y huracanes), por lo que fue necesario desarrollar un mapa de susceptibilidad ante huracanes en Nicaragua, aplicando la metodología para clasificar y territorializar los niveles de peligro a huracanes (Uribe, 2020) utilizando como principales insumos el registro histórico de la velocidad de vientos y las trayectorias históricas de los ciclones tropicales registradas (NOAA, 2022).

A partir de dichos datos, se obtuvo un mapa de frecuencia de las trayectorias de los eventos pasados y un mapa de áreas afectadas directamente por los vientos de acuerdo con su velocidad, las trayectorias y número de eventos. Por último, se aplicó el álgebra de mapas para determinar los niveles de susceptibilidad de Nicaragua ante huracanes:

Susceptibilidad por Huracanes = Densidad de WMO_WIND + Frec. de Trayectorias de Ciclones

(Ecuación 31)

Donde:

Densidad de WMO_WIND[22]	*= análisis geoestadístico de los puntos de viento registrados por la OMM, reclasificados en función de la distribución de la variable en intervalos regulares según su velocidad (NOAA, 2022).*
Frecuencia de Trayectorias de Ciclones Tropicales	*= análisis geoestadístico de las trayectorias históricas de los ciclones tropicales con incidencia en el territorio nicaragüense (NOAA, 2022).*

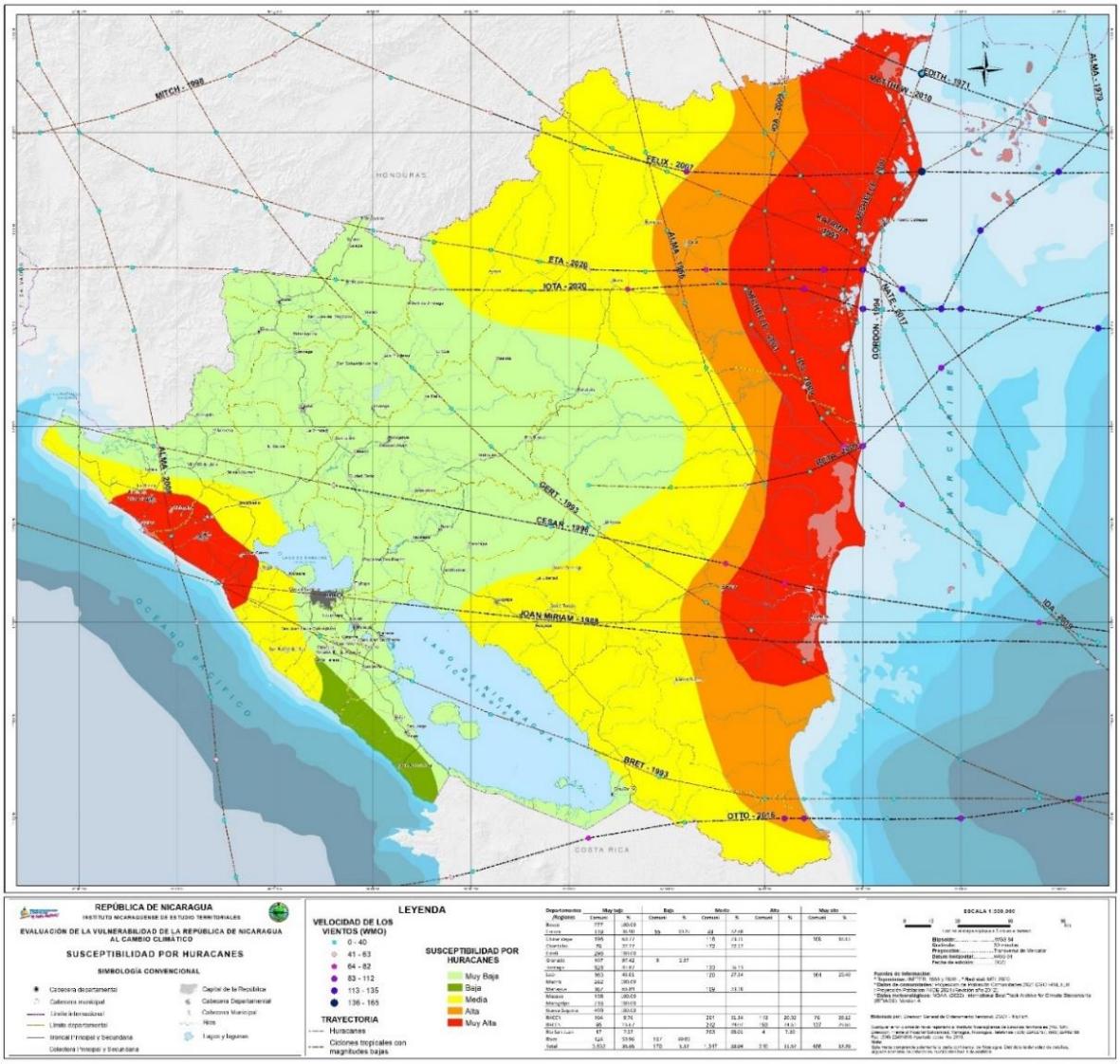


Figura 92. Territorios susceptibles a huracanes

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) – INETER, 2022.

[22] Velocidad máxima sostenida del viento registrada por la Organización Meteorológica Mundial para la ubicación actual (sin unidad de medida). No se realiza ningún ajuste por las diferencias en los períodos promediados de la velocidad del viento. Fuente: NOAA (2022), a partir de hurdat/atcf = Atlántico Norte - U.S. Miami (NOAA NHC) - vientos de 1 minuto; Tokyo = RSMC Tokio (JMA) - 10 minutos; Newdelhi = RSMC Nueva Delhi (IMD) - 3 minutos; RSMC (MFLR) - 10 minutos; Bom = RSMC Australia (TCWC Perth, Darwin, Brisbane) - 10 minutos; Nadi = RSMC Nadi (FMS) - 10 minutos; Wellington = TCWC Wellington (NZMS) - 10 minutos.

Según la Figura 92, la franja costera de la planicie del presenta un nivel de susceptibilidad muy alta a huracanes (214 comunidades), siendo la RACCN la zona más afectada por el paso histórico de ciclones tropicales, que traen consigo fuertes vientos, inundaciones y mareas de tormentas, que conllevan la elevación temporal del nivel del mar, debido a la fuerza de los vientos huracanados. Además, se observa que en la medida que se ingresa al interior del país, la susceptibilidad a huracanes se va reduciendo, debido al aumento de las pendientes, a partir de los 100 msnm y la presencia de ecosistemas naturales que contribuyen a reducir la fuerza de los mismos. No obstante, en las áreas con pendientes pronunciadas y suelos inestables, pueden llegar a producirse deslizamientos de tierra, como consecuencia de los acumulados de humedad en el suelo.

En el sector centro-oeste de la RACCN-RACCS y en la zona costera de los departamentos Chinandega y León (584 comunidades), se registra un nivel alto de susceptibilidad a huracanes, en el sector oeste de la RACCN-RACCS, Río San Juan, Chontales, Jinotega y parte de la franja costera e interior de Chinandega, León, Managua y Carazo (1,348 comunidades) un nivel medio, en la franja costera de Rivas y Carazo (171 comunidades) un nivel bajo y al interior del país, en el sector del Pacífico este y centro (3,833 comunidades) un nivel muy bajo.

Según datos estadísticos analizados por la Dirección General de Meteorología (DGM-INETER) (2022), en los últimos 120 años, por Nicaragua han pasado 52 ciclones tropicales en cualquiera de sus categorías; correspondiendo el 53.84% de estos a huracanes (28) con distintas categorías, el 42.31% a tormentas tropicales (22) y el 3.85% a depresiones tropicales (2). Los meses de mayor peligro por impacto directo de ciclones tropicales[23] han sido octubre, con un total de 17 eventos (32.69%), septiembre con 13 eventos (25.00%), noviembre con 7 eventos (13.46%), junio con 6 eventos (11.54%), mayo con 4 eventos (7.69%), julio con 3 eventos (5.77%) y agosto con 2 eventos (3.85%).

De estos hay que destacar el Huracán Alleta que impactó el año 1982 y el Huracán Mitch en el año 1998, por ser los huracanes que generaron más daños y pérdidas como consecuencia de las inundaciones, deslizamientos y fuertes vientos (INETER, 2014b).

Según Milán (2012), es muy posible que en la medida que el clima se caliente, la intensidad de los huracanes y tormentas mayores se incremente, lo cual concuerda con lo planteado por el IPCC (2014a) al expresar que "…Existe un nivel de confianza bajo en cuanto a que los cambios a largo plazo en la actividad de los ciclones tropicales sean estables, y existe un nivel de confianza bajo en la atribución de cambios globales a una causa concreta. No obstante, es prácticamente seguro que la intensidad de la actividad de los ciclones tropicales haya aumentado en el Atlántico Norte desde 1970. {GTI cuadro RRP.1, 2.6.3, 10.6}"; por su parte Milán (2012) expresa también que "…Las variaciones

[23] La NOAA (2022) define la temporada de huracanes en el Atlántico del 1 de junio al 30 de noviembre y en el Pacífico del 15 de mayo al 30 de noviembre.

del número de ciclones tropicales total se deben al fenómeno de El Niño y a la variabilidad decenal, que, además provoca una redistribución de la cantidad y las trayectorias de las tormentas tropicales…". Estas hipótesis consideran el aumento de la exposición a huracanes de las poblaciones, asentamientos humanos, equipamientos, infraestructuras, sector productivo, ecosistemas naturales, entre otros.

4.2.2.4. Susceptibilidad a inundaciones

El IPCC (2014a) afirma en su AR5 que "…Existe un nivel de confianza bajo, en cuanto a que el cambio climático antropógeno haya afectado la frecuencia y magnitud de las inundaciones fluviales a escala global. (…) Las inundaciones están fuertemente influidas por muchas actividades humanas que afectan a las captaciones, por lo que resulta difícil atribuir los cambios detectados al cambio climático. No obstante, la reciente detección de una tendencia creciente en las precipitaciones y caudales extremos en algunas captaciones conlleva mayores riesgos de inundación a escala regional (nivel de confianza medio). Los costos relacionados con los daños de las inundaciones, a nivel mundial, han aumentado desde la década de 1970, aunque ello se debe en parte a la mayor exposición de las personas y los activos {GTI 2.6.2, GTII 3.2.7, SREX RRP B}".

Las inundaciones son el fenómeno más recurrente en el territorio nacional, estas se dan principalmente por la incidencia de los ciclones tropicales en sus diferentes categorías, las lluvias máximas del período lluvioso y las provocadas durante eventos de la Niña. Ocurren por el exceso de precipitaciones en cortos períodos de tiempo, en sitios donde la capacidad de absorción y/o almacenamiento del agua es superado. Actualmente, Nicaragua no cuenta con una cartografía oficial de amenazas a inundaciones, sin embargo, se han identificado y mapeado las zonas afectadas por inundaciones históricas, a partir del análisis del comportamiento de los eventos hidrometeorológicos de los últimos 40 años.

En el Pacífico nicaragüense los efectos de las inundaciones son más severos debido a las pendientes suaves y moderadas que lo caracterizan; además, de la presencia de ríos cortos que dan origen a inundaciones repentinas que pueden causar grandes afectaciones. El Pacífico es la región más poblada del país y donde se concentra la mayor cantidad de equipamientos, infraestructuras, extensas áreas de cultivo, desarrollo turístico, todo ello se ubica la capital, entre otros.

En el centro del país, el comportamiento de las inundaciones está regido por la topografía del terreno, que se caracteriza por presentar un relieve fuerte con altas pendientes que dan origen a los principales ríos del país. Esto hace que, ante un evento de intensas lluvias, los ríos crezcan rápidamente. Por último, en el Caribe las condiciones topográficas prácticamente planas con llanuras costeras atravesadas por ríos de largo recorrido, ocasiona que la zona esté más expuesta a inundaciones; sin embargo, la

mayoría de las poblaciones construyen sus viviendas en pilotes, reduciendo considerablemente el impacto de estas.

Para determinar las áreas susceptibles a inundaciones, la Dirección General de Recursos Hídricos del INETER tomó en cuenta las unidades hidrológicas, el modelo de elevación digital del terreno con tamaño de píxel de 30 m, base de datos de eventos históricos y toponimias a nivel nacional. De este análisis se obtuvo la Figura 93.

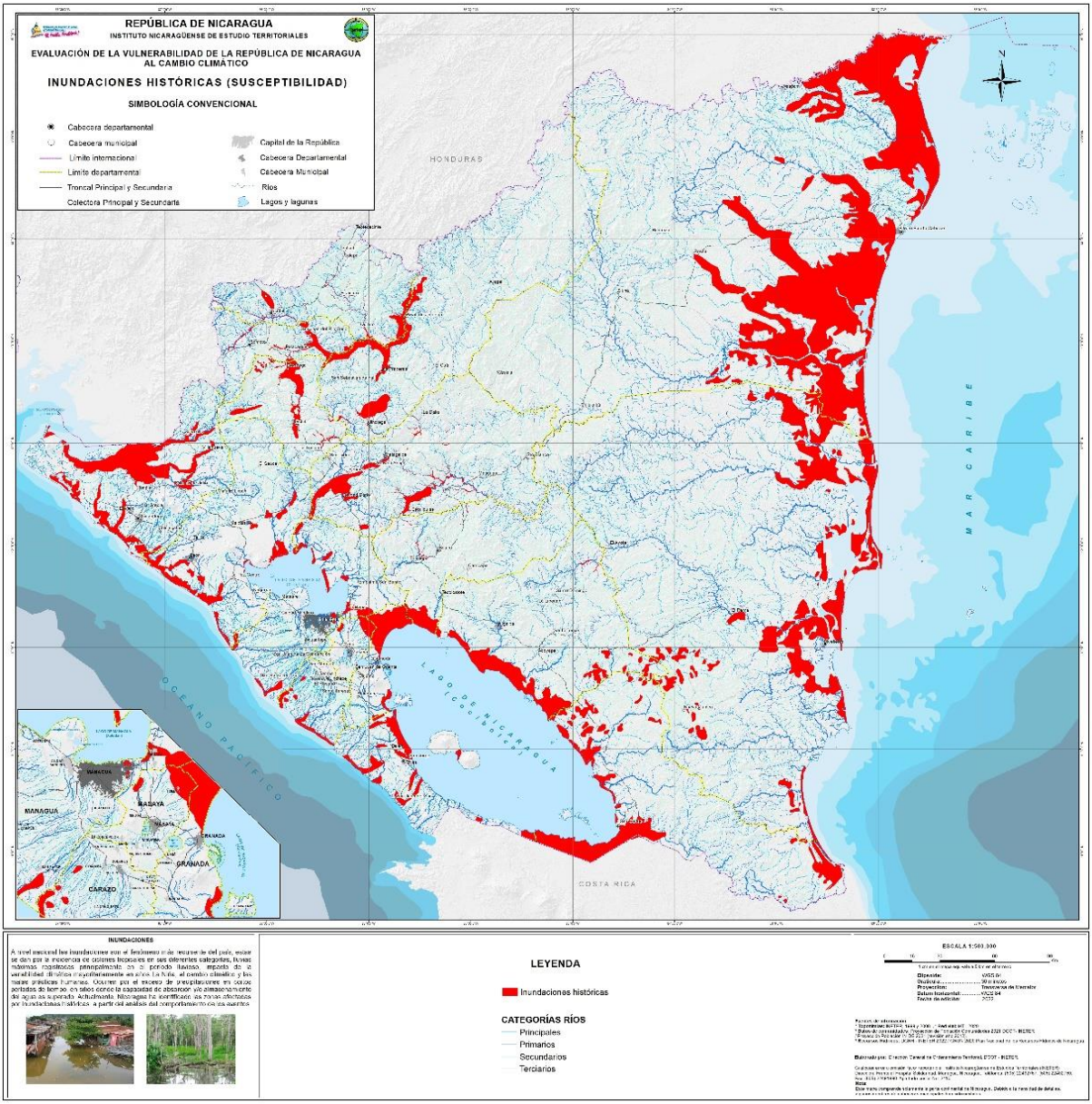


Figura 93. Susceptibilidad por inundaciones históricas

Fuente: Dirección General de Recursos Hídricos DGRH – INETER, 2022.

De acuerdo con la Figura 93, las zonas susceptibles a inundación abarcan 1,465 comunidades, se concentran mayormente en las planicies costeras de la RACCN, RACCS y Pacífico nicaragüense, incluyendo parte del Río San Juan; en el Golfo de Fonseca, departamento Chinandega; parte de León; zonas colindantes al río Tipitapa en los departamentos Managua, Masaya y Granada, y en las costas lacustres del Lago Cocibolca en los departamentos Boaco, Chontales y Río San Juan.

En el centro norte del país, las inundaciones históricas se evidencian principalmente en las zonas aledañas a los grandes ríos, como el Grande de Matagalpa, San Ramón, Compasagua, Olama, Güiligüa y Quebrada Grande del departamento Matagalpa; La Trinidad, Estelí, Guanábana y Pueblo Nuevo del departamento Estelí; El Coco (Segovia o Wangki), Palacagüina y parte del río Estelí, ubicado en el departamento Madriz; Macuelizo, El Zapotal, Silpide, Susucayán, El Jícaro, La Concepción, Salonlí, El Arenal de Yauli y parte del río El Coco (Segovia o Wangki), ubicado en los departamentos Nueva Segovia y Jinotega, de este último destacar el área colindante con Apanás.

4.2.2.5. Susceptibilidad por aumento del nivel del mar

Dentro de los cambios observados en el sistema climático por el IPCC (2014a) en su (AR5), "…Desde mediados del siglo XIX, el ritmo de la elevación del nivel del mar ha sido superior a la media de los dos milenios anteriores (nivel de confianza alto). {1.1.4, Figura 1.1} (…) Es muy probable que para fines del siglo XXI el nivel del mar aumente en aproximadamente más del 95% de las zonas oceánicas. Las proyecciones señalan que alrededor del 70% de las costas de todo el mundo experimentarán un cambio de nivel del mar en un intervalo de ±20% de la media global. {2.2.3} (…) Desde 1993, las tasas de aumento para el Pacífico occidental son hasta tres veces superiores al promedio global {GTI 3.7.3, PF 13.1} (…) Es muy probable que la tasa media de elevación promediado global del nivel del mar haya sido de 1,7 [1,5 a 1,9] mm/año entre 1901 y 2010, y de 3,2 [2,8 a 3,6] mm/año entre 1993 y 2010".

En Nicaragua este fenómeno no ha sido muy estudiado, sin embargo, es un peligro global que afecta las llanuras costeras por los cambios en los oleajes, mareas y oleadas, así como, en la morfología costera. Se ha observado que las áreas más amenazadas se encuentran en las costas más bajas del Pacífico, Caribe y áreas con humedales, donde el mar ha penetrado históricamente, como el caso de Salinas Grandes hasta el Golfo de Fonseca en el Pacífico, además de Laguna de Perlas, hasta Cabo Gracias a Dios, en el Caribe nicaragüense.

El aumento del nivel del mar ocasiona que las olas rompan más cerca de las costas, aumentando la carga y estrés de las estructuras costeras de defensa (Milán, 2012). Las profundidades crecientes del agua pueden incidir en el comportamiento de las mareas y

oleadas, por lo cual el aumento del nivel del mar puede reducir los períodos de retorno de los niveles de agua ocasionados por eventos hidrometeorológicos extremos.

Ante esto el IPCC (2002) concluye "…la intensidad de los ciclones tropicales podría aumentar. Si esto ocurre, haría que el poder combinado entre el aumento del nivel del mar y los ciclones sea potencialmente aún más destructivo que los ciclones de hoy, debido a las penetraciones del mar durante la ocurrencia de estos eventos…".

Las áreas susceptibles a sufrir impactos por el aumento del nivel del mar, se determinaron a través de la aplicación de la herramienta de Climate Central (2021), que analiza el fenómeno a largo plazo, tomando como referencia los escenarios de calentamiento global +1.5°C vs +3.0°C.

Además, utiliza las proyecciones de aumento del nivel del mar, a nivel local de Strauss et al. (2015), basada en las proyecciones del Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2014a)[24]. No obstante, los sitios identificados requieren una investigación local más profunda y detallada.

Estas proyecciones pronostican el equilibrio a largo plazo del nivel del mar, que resulta de diferentes niveles de calentamiento global, también conocido como compromiso del nivel del mar o aumento del nivel del mar asegurado. Si bien estas proyecciones toman en cuenta la expansión de los océanos a medida que se calientan y el derretimiento de las capas de hielo y los glaciares, no se consideran los factores no climáticos como el aumento o descenso del nivel del terreno, debido a la actividad tectónica, el ajuste isostático de los glaciares, la compactación de sedimentos, aguas subterráneas o extracción de combustibles fósiles.

Además, estas proyecciones no consideran las tecnologías de emisiones negativas que, desplegadas a gran escala, podrían reducir de manera plausible el calentamiento con el tiempo y posiblemente reducir el aumento a largo plazo del nivel del mar (Climate Central, 2021) (Figura 94).

[24] Se utiliza datos de elevación de CoastalDEM® de Climate Central, que fue revisado por pares y publicado en Kulp and Strauss 2018 y mejorado aún más en Kulp and Strauss 2021. CoastalDEM se creó utilizando inteligencia artificial para mejorar los datos de elevación desarrollados por la NASA. La resolución horizontal de los datos de elevación de CoastalDEM es de un arco-segundo, o aproximadamente 30 metros (100 pies). El rango de errores en CoastalDEM es considerablemente más amplio que para los datos basados en LIDAR, y los errores promedio locales pueden variar sustancialmente de un lugar a otro y podrían exceder varios metros. Los detalles locales deben verificarse con una visita al sitio y mediciones de elevación más precisas. La realización de estudios de campo es importante para la planificación de proyectos.

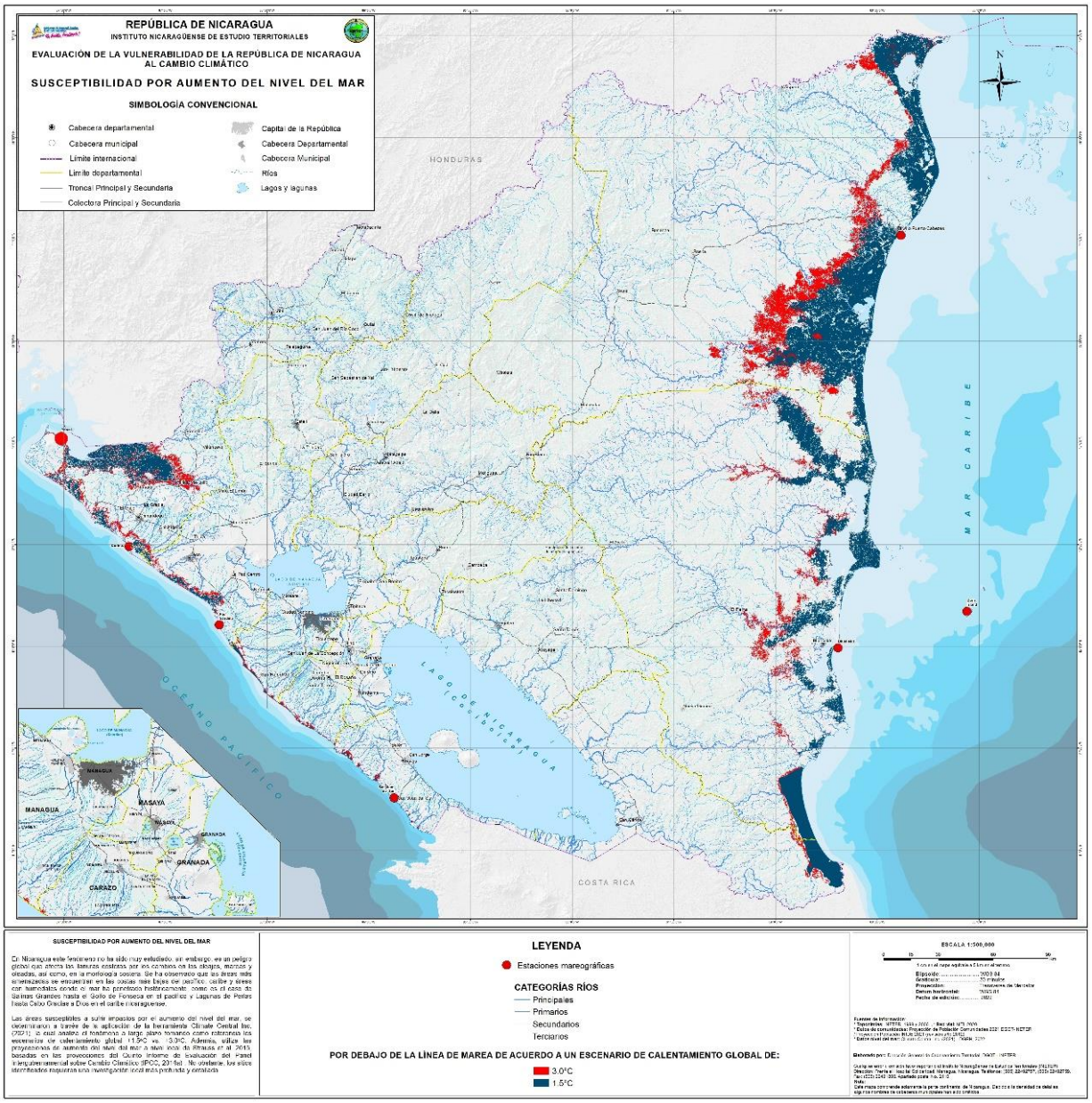


Figura 94. Susceptibilidad por elevación del nivel del mar

Fuente: DGOT-INETER a partir de Climate Central Inc., 2021.

En la Figura 94, se observan los territorios susceptibles al aumento del nivel del mar en Nicaragua, estos se concentran sobre las áreas costeras colindantes con el Océano Pacífico principalmente en el Delta Estero Real, Jiquilillo, Corinto, Las Peñitas y Puerto Sandino, en menor nivel en Pochomil, Popoyo y San Juan del Sur; y en las áreas costeras colindantes con el Mar Caribe, principalmente en Bismuna, Cayos Miskitos, Bilwi, Ariswatla, Prinzapolka, Sandy Bay Sirpi, Orinoco, Laguna de Perlas, Corn Island, Little Corn Island, Kukra Hill, Bluefields, Monkey Point, y Greytown (Climate Central, 2021).

4.2.2.6. Amenaza/susceptibilidad de deslizamiento

De acuerdo con las características biofísicas del territorio nacional, los deslizamientos de tierra se asocian predominantemente a zonas geográficas específicas de Nicaragua, como es el caso de la cordillera volcánica y la zona central del país en donde se concentran las pendientes más altas.

La inestabilidad de laderas está dada por el movimiento de masas de rocas, detritos o tierras a favor de la pendiente, donde influye de forma directa la gravedad. En estos procesos influyen factores condicionantes geomorfológicos como las pendientes del terreno; geológicos, como la litología y estratigrafía de la roca; hidrológicos e hidrogeológicos, como el cambio de las presiones hidrostáticas y comportamiento geomecánico; y climáticos. Así como, factores desencadenantes naturales como los sismos, precipitaciones intensas, filtración del agua pluvial; y antrópicos como las actividades mineras, constructivas y deforestación, destacando la incidencia de la variabilidad y el cambio climático sobre los valores extremos de los fenómenos hidrometeorológicos (ciclones tropicales), que potencian la probabilidad de ocurrencia de los deslizamientos existentes, ya que actúan como multiplicador y/o intensificador de la amenaza.

Para el análisis de los deslizamientos en el territorio, la Dirección General de Geología y Geofísica (DGGG) del INETER aplicó el método de Mora Vahrson[25], que permite identificar y clasificar las zonas susceptibles a deslizamientos como una amenaza potencial, estableciendo cuatro niveles de susceptibilidad, que van desde baja, media, alta a muy alta. Por medio de visitas de campo realizadas de forma continua a las áreas impactadas por deslizamientos, la DGGG recopila información primaria científico-técnica que permite actualizar el inventario de zonas con amenaza de deslizamiento, así como, su clasificación por nivel de amenaza. Los sitios críticos identificados en campo y clasificados por nivel de amenaza permitieron afinar el modelo de susceptibilidad de Mora Vahrson que permitió generar el mapa de amenaza/susceptibilidad de deslizamientos (Figura 95).

El proceso de análisis desarrollado permitió conocer la relación de los factores intrínsecos de la susceptibilidad (relieve, litología y humedad del suelo) con los factores desencadenantes (actividad sísmica y precipitaciones); dando como resultado los sitios con potencial de deslizamiento, información científico-técnica útil para priorizar áreas en donde se requieren hacer estudios más específicos para determinar el nivel real de amenaza; esto permite optimizar recursos humanos, materiales, económicos y técnicos.

[25] El Índice Mora-Vahrson fue elaborado en el año 1991 en Costa Rica por Sergio Mora y Wilhelm-Guenther Vahrson para clasificar la amenaza por deslizamientos en áreas tropicales con alta sismicidad. https://webserver2.ineter.gob.ni/geofisica/desliza/estudios/Mora_Vahrson.pdf

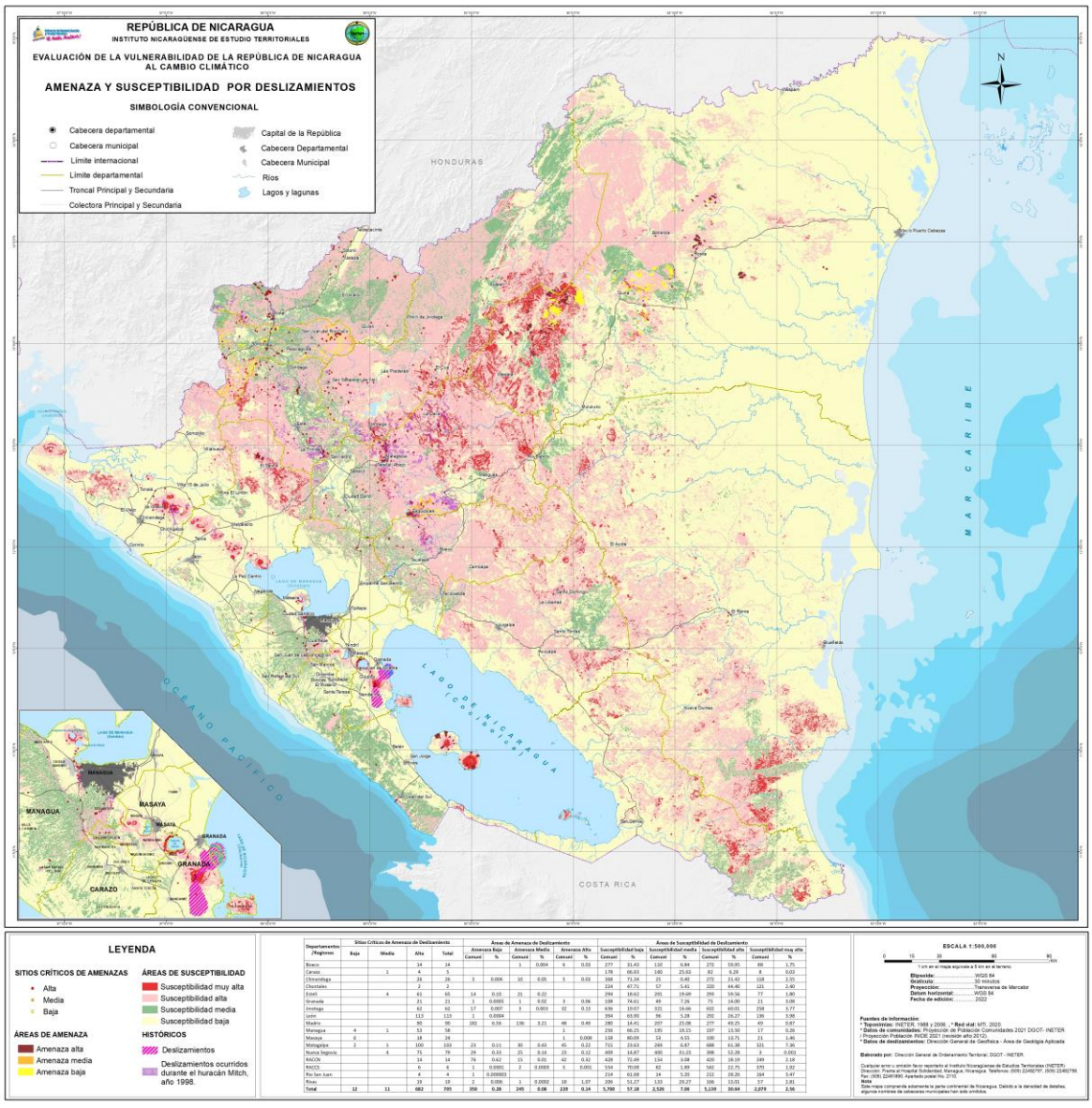


Figura 95. Amenaza/susceptibilidad de deslizamientos

Fuente: Dirección General de Geología y Geofísica (DGGG) – INETER, 2022.

Los departamentos con mayor concentración de sitios críticos a nivel nacional son: León con 113 sitios en amenaza alta, Matagalpa con 100 y Madriz con 90 sitios con nivel de amenaza alta. En referencia a las áreas amenazadas por deslizamientos se destacan los departamentos: Rivas con el 1.07% de su territorio con un nivel de amenaza alto (18 comunidades), Madriz con 0.49% en 48 comunidades y la RACCN con 0.32% en 42 comunidades; no obstante, las áreas con nivel de amenaza media son las que predominan a nivel nacional, concentrándose en los departamentos Madriz con el 3.21% de su área total en 136 comunidades y Matagalpa en el 0.43% con 30 comunidades.

Por último, resaltar las áreas susceptibles a deslizamientos, donde la susceptibilidad muy alta ocupa el 2.56% del territorio nacional (2,079 comunidades), concentrándose en los departamentos Matagalpa, León y Jinotega; la susceptibilidad alta ocupa el 30.64% del territorio nacional (5,139 comunidades), destacando los departamentos Matagalpa, Jinotega y Boaco; y la susceptibilidad media que representa el 7.06% del territorio nacional (2,526 comunidades), se concentra en los departamentos Nueva Segovia, Rivas y Carazo.

4.2.3. Síntesis de la problemática identificada (Diagnóstico territorial, amenazas/susceptibilidades)

Los problemas territoriales son el resultado de la relación sociedad – naturaleza a lo largo del tiempo y de los distintos modelos de desarrollo, que, según la visión e intereses dominantes, determinan las dinámicas humanas, económicas, sociales, políticas, ambientales, etc. de los territorios. Nicaragua durante la mayor parte de su historia, estuvo bajo modelos de desarrollo económicos impuestos desde el exterior, que fueron modelando las relaciones funcionales y produciendo desequilibrios en el sistema territorial del país, configurando así la problemática actual del territorio y sus distintos niveles de vulnerabilidad.

Al realizar el análisis integral del componente biofísico y del socioeconómico – productivo, se identificaron una serie de problemas, expresados territorialmente en las distintas unidades funcionales del país (macrozonas, zonas y/o subzonas) que repercuten en la capacidad que tiene el territorio, su población y medios de vida para asimilar los potenciales impactos de eventos climáticos extremos como: el aumento en las temperaturas, el déficit hídrico, el aumento en el nivel del mar, un incremento en el número e intensidad de los ciclones tropicales, los deslizamientos, las inundaciones, etc.

Cabe señalar que, debido a su ubicación geográfica en la zona de convergencia intertropical, Nicaragua es influenciada directamente por la oscilación cíclica de los parámetros meteorológicos expresados en el calentamiento/enfriamiento del océano pacífico (fenómeno ENOS), lo que genera anomalías en los ciclos hidrometeorológicos del país produciendo mayores precipitaciones en período La Niña y mayores sequías en períodos El Niño. Sumado a esto, Nicaragua se encuentra en el corredor de los ciclones tropicales del Caribe por lo que presenta un alto nivel de vulnerabilidad por exposición ante huracanes y tormentas tropicales, que tienden a incrementarse en intensidad y frecuencia producto del cambio climático. Esta situación solo puede atenuarse a través de la implementación de medidas de adaptación que reduzcan la vulnerabilidad territorial (social, económica, productiva, etc.) resolviendo la problemática subyacente a dicha vulnerabilidad.

A partir de la problemática identificada en el territorio nacional, se realizó la integración de esta, en un árbol de problemas a fin de concretar los problemas centrales, sus causas y efectos como base para construir indicadores de vulnerabilidad. El problema central identificado es el desequilibrio territorial actual, producto de los distintos procesos evolutivos y contextos históricos que impactaron positiva y negativamente en el desarrollo territorial del país. Problemas principales como el poblamiento desordenado, la pérdida de bienes y servicios ambientales de los ecosistemas, cambios en los usos de la tierra no planificados y el aumento y persistencia de los fenómenos climáticos, cada vez más frecuentes y extremos, cuyos efectos contribuyen a los actuales niveles de vulnerabilidad del sistema territorial donde confluyen la población, el equipamiento social, la infraestructura y los medios de vida. Entre los principales efectos se pueden mencionar:

- El desarrollo de los asentamientos humanos de manera desordenada en la periferia de las ciudades y alta dispersión en las zonas rurales del país, con problemas de hacinamiento, mayor demanda de servicios básicos y limitaciones de acceso y/o cobertura, aumento de necesidades insatisfechas, baja conectividad vial en zonas rurales, etc. que en definitiva repercuten en el desarrollo irregular de los asentamientos humanos y su calidad de vida, impactando en los niveles de pobreza.
- La pérdida de ecosistemas y su biodiversidad, sumado a la fragmentación del paisaje que impacta directamente en la pérdida de hábitat y conectividad ecológica que repercuten en el aumento de especies amenazadas, cambios en el uso de la tierra y el aumento de emisiones de CO_2 a la atmósfera. Así mismo genera pobreza y limitaciones por la pérdida de los servicios ecosistémicos.
- La pérdida de suelos y agua debido a las malas prácticas en los usos de la tierra, que propician problemas de contaminación de las fuentes de agua para consumo humano y riego, degradación de las propiedades de los suelos que generan aumento de plagas, pérdida de nutrientes, disminución de los rendimientos agrícolas, etc. impactando directamente en la disminución de la producción agropecuaria nacional, que a mediano y largo plazo podría resultar en el desabastecimiento de alimentos en los mercados locales poniendo en riesgo la seguridad alimentaria futura del país.
- El aumento de situaciones de emergencia producto del cambio climático, que trae consigo un incremento en el número de personas, equipamiento social, infraestructura y medios de vida que se encuentran en peligro a sufrir los impactos de los eventos climáticos que, a mediano y largo plazo, repercuten en los rendimientos productivos, la estabilidad de los ecosistemas, los asentamientos humanos, en fin, de todo el sistema territorial (Figura 96).

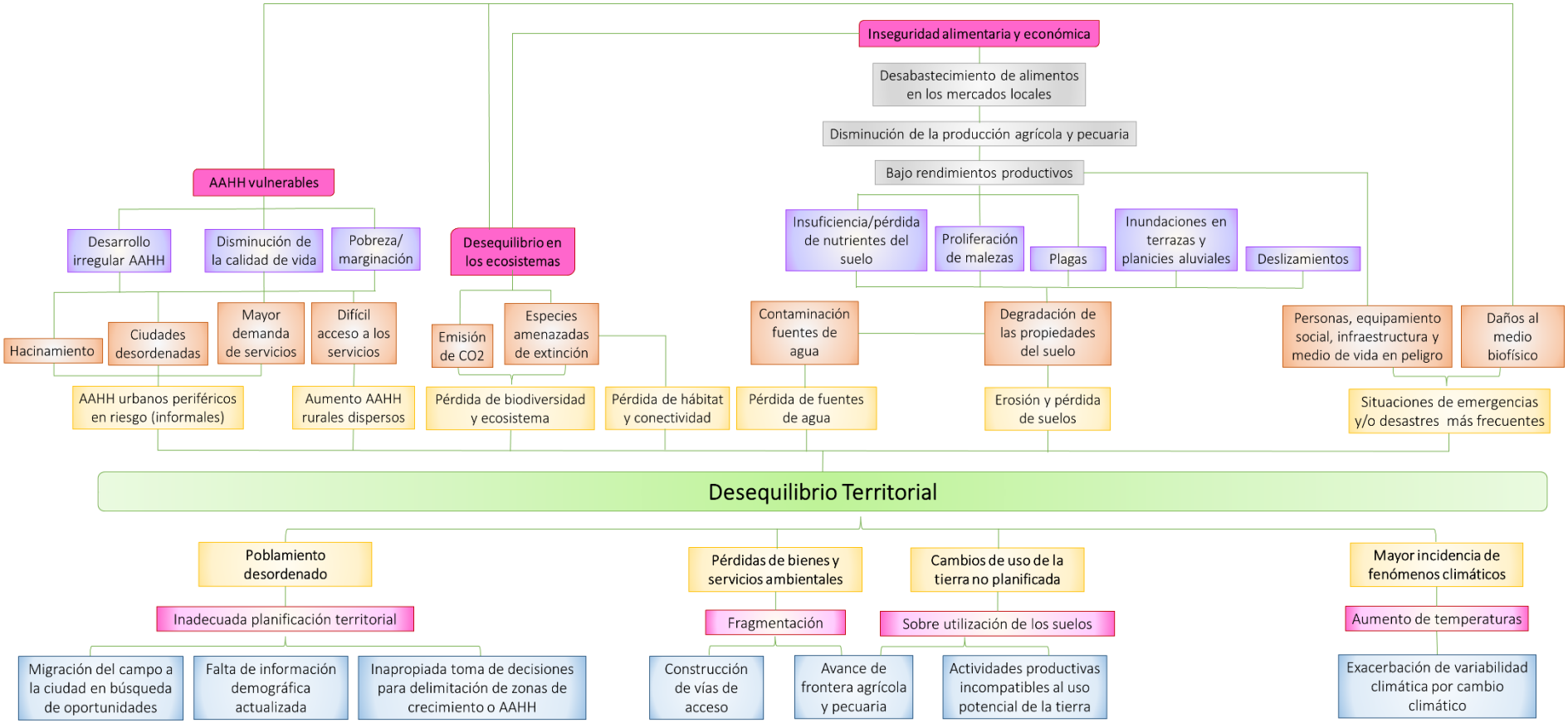


Figura 96. Síntesis de la problemática territorial

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

4.2.4. Indicadores de vulnerabilidad territorial

Para determinar la vulnerabilidad territorial fue necesario identificar e integrar, bajo un enfoque holístico y sistémico, la mayor cantidad de variables (sociales, económicas, ambientales, culturales, institucionales, etc.) que interactúan en un espacio geográfico y cuyas interacciones delinean y/o generan las diferentes problemáticas sectoriales que van conformando la **fragilidad de los territorios**. Esta fragilidad surge del estado actual y acumulativo de varios elementos expresados geográficamente, entre los cuales se encuentran: el equipamiento social y la infraestructura, los sectores económicos y/o productivos, el acceso a los servicios públicos y sociales, el estado de los ecosistemas y el entorno ambiental, los niveles de organización y preparación social e institucional ante las amenazas, entre otras.

De esta fragilidad intrínseca y la exposición de los elementos dependen las consecuencias e impactos al momento de presentarse un evento. En ese sentido comprender las causas generadoras de la vulnerabilidad permite tomar medidas acertadas para disminuirlas y aumentar la capacidad adaptativa o resiliencia de los territorios.

En ese sentido y sobre la base de la información generada en el “Diagnóstico territorial de línea de base de la República de Nicaragua 2022”, elaborado por la DGOT – INETER, se construyeron los indicadores de vulnerabilidad por exposición a las amenazas/susceptibilidades identificadas y descritas anteriormente, el indicador de Capacidad Adaptativa o de adaptación y una serie de indicadores de vulnerabilidad territorial según factores físicos, económico – productivos, sociales y ambientales. Con todos los indicadores de vulnerabilidad antes mencionados, se calculó territorialmente un indicador **de vulnerabilidad global**, a través del cual se determinaron los territorios (Macrozonas, zonas, subzonas; departamentos, municipios y comunidades) más o menos vulnerables del país.

4.2.5. Indicadores de vulnerabilidad por exposición

La vulnerabilidad por exposición se refiere a la susceptibilidad que tiene la población, el equipamiento social, la infraestructura y los medios de vida de ser impactados y sufrir daños por una amenaza. En ese sentido para evaluar dicha vulnerabilidad en el territorio nacional, se desarrolló un modelo de análisis ponderado a través del cual se identificaron los elementos expuestos como población y asentamiento humanos, equipamiento de salud y educación, e infraestructura de pozos, puentes, red vial, etc. que por medio de aproximaciones sucesivas se fueron acotando los distintos rangos de exposición por tipo de elemento expuesto. Los rangos más altos se corresponden con la cantidad y

concentración de la población, seguido de los medios de vida y por el equipamiento e infraestructura. Estos elementos expuestos fueron combinados con los distintos niveles de amenaza y/o susceptibilidad para obtener un rango de valores de vulnerabilidad por exposición. Por último, estos fueron ponderados a los límites de comunidades para garantizar una expresión territorial.

4.2.5.1. Vulnerabilidad por exposición a exceso de precipitación

Se determinaron las comunidades susceptibles a recibir el impacto por el exceso de precipitaciones que desencadenan altas escorrentías, inundaciones repentinas y que pueden generar deslizamientos de tierra que afectan directamente a la población y la infraestructura en las partes medias y bajas de las cuencas de drenaje. El análisis se realizó tomando como referencia el valor medio del exceso de precipitación según los registros históricos del INETER para el período 1971 – 2010 y los elementos expuestos principalmente la población, las áreas agrícolas, la conectividad vial y los puentes.

El 28.27% del territorio nacional concentra los mayores niveles de vulnerabilidad por exposición (Muy alta – Alta). De este, el 10.11% registra una vulnerabilidad muy alta en 408 comunidades y el 18.16% una vulnerabilidad alta en 788 comunidades. Estas se localizan principalmente **en la macrozona pacífico** en los municipios Villanueva, Chinandega, La Paz Centro, León, Mateare, Managua, Tipitapa, Granada, Rivas, Cárdenas y el municipio San Carlos.

En la macrozona central en los municipios El Sauce, Cinco Pinos, Somotillo, San Francisco del Norte, Estelí, Sébaco, Jinotega, San Isidro, Matagalpa, Matiguás, Camoapa, Teustepe, San Lorenzo, Comalapa, Juigalpa y en el sector este de los municipios Waspam y Bonanza. En la **macrozona caribe** en los municipios Puerto Cabezas, Rosita y Prinzapolka, Nueva Guinea, Bluefields, Corn Island, El Castillo y San Juan de Nicaragua (Figura 97).

Ante la amenaza por exceso de precipitación los elementos más sensibles son la población de los asentamientos humanos, la red vial, los puentes y las áreas agrícolas, por lo que, se les asignó mayor peso en el análisis; no obstante, se tomaron en cuenta los otros elementos territoriales expuestos. De esto hay que destacar que la mayor concentración de población se localiza en la macrozona pacífico, la mayor densidad vial en la macrozona central, los cultivos de las épocas de primera y postrera en la macrozona pacífico y de la época de apante en la macrozona central.

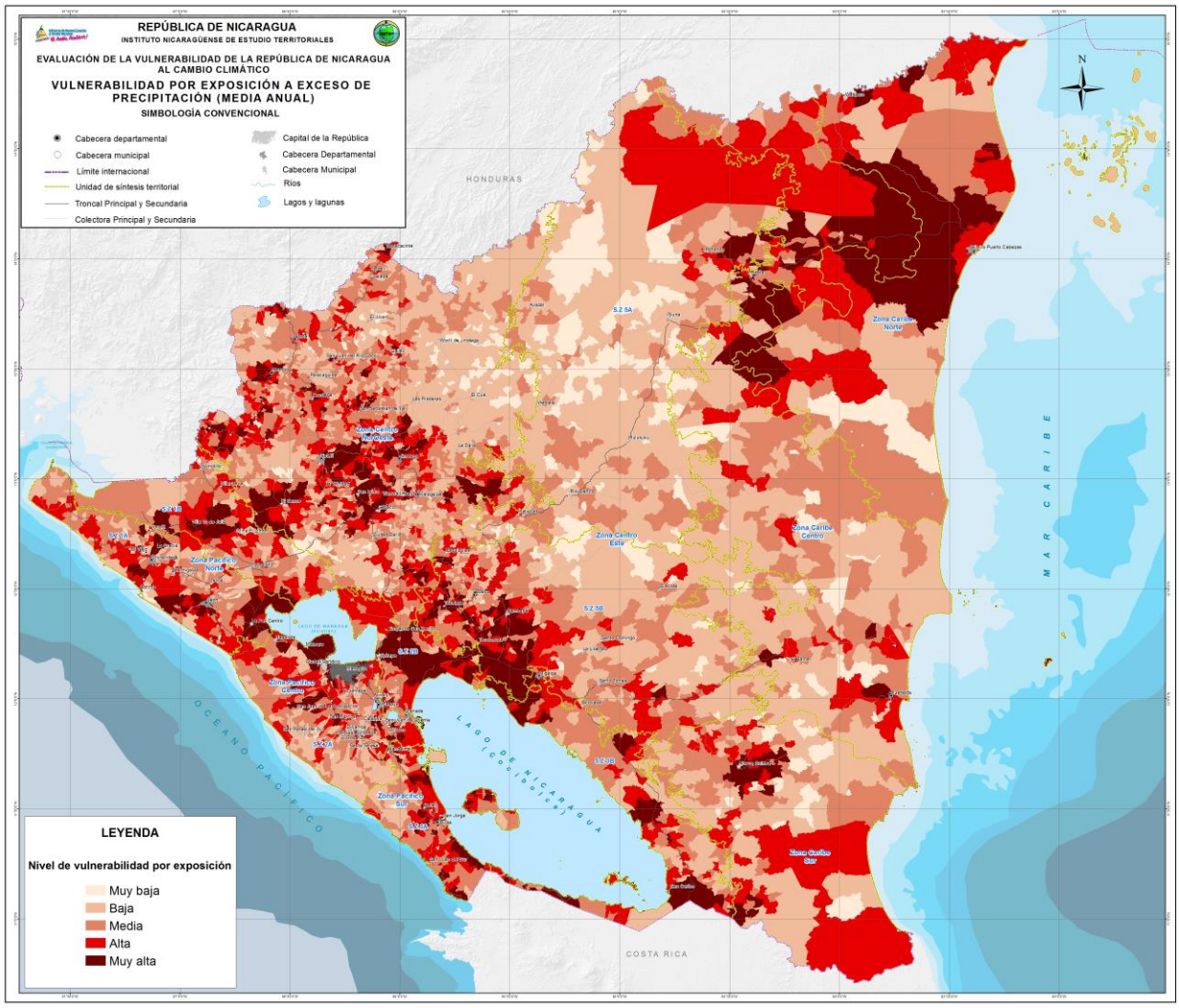


Figura 97. Vulnerabilidad por exposición a exceso de precipitación

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

4.2.5.2. Vulnerabilidad por exposición a huracanes

Para determinar la vulnerabilidad por exposición a huracanes, se identificaron las comunidades amenazadas en sus diferentes niveles, considerando que este fenómeno puede desencadenar eventos potencialmente destructivos como fuertes rachas de viento, mareas de tormentas, tormentas eléctricas, elevación temporal del nivel del mar, inundaciones, deslizamientos, entre otros. Luego se identificaron los elementos expuestos más susceptibles por comunidad, destacando la población, el equipamiento social, red vial, puentes, pozos de agua potable y los cultivos. Este análisis se realizó tomando como referencia el registro histórico de la velocidad de vientos y las trayectorias históricas de los ciclones tropicales registrados por la NOAA al año 2022.

El 33.15% del país concentra los mayores niveles de vulnerabilidad por exposición. De este, el 14.51% registra una vulnerabilidad muy alta en 234 comunidades y el 18.64% una vulnerabilidad alta en 526 comunidades. Estas se localizan principalmente en la macrozona pacífico en los municipios El Viejo, El Realejo, Chinandega y Chichigalpa del departamento Chinandega; en los municipios León, Quezalguaque, Telica, La Paz Centro, Larreynaga y Nagarote del departamento León; sector este de los municipios Juigalpa y Acoyapa del departamento Chontales; sector oeste de los municipios Tipitapa y Granada; y, sector este de San Miguelito, Morrito y municipio San Carlos del departamento Río San Juan. En la macrozona central en el sector este de los municipios Waspam, Siuna y Bonanza de la RACCN; y, en los municipios San Pedro de Lóvago, Santo Tomás y El Coral del departamento Chontales. En la macrozona caribe en los municipios Waspam, Puerto Cabezas, Rosita y Prinzapolka de la RACCN; los municipios La Cruz de Río Grande, Desembocadura del Río Grande, El Tortuguero, Laguna de Perlas, Corn Island, Kukra Hill, El Rama, Bluefields y Nueva Guinea de la RACCS; y, los municipios El Castillo y San Juan de Nicaragua del departamento Río San Juan (Figura 98).

Ante el impacto de huracanes los elementos más sensibles son la población de los asentamientos humanos, la red vial, los cultivos y el equipamiento social, por lo que se les asignó mayor peso en el análisis; no obstante, se tomaron en cuenta los otros elementos territoriales expuestos. De esto, cabe destacar que la mayor concentración de la población se localiza en la macrozona pacífico, la red vial en la macrozona central, los cultivos de las épocas de primera y postrera en la macrozona pacífico y de la época de apante en la macrozona central, al igual que el equipamiento social de salud y educación.

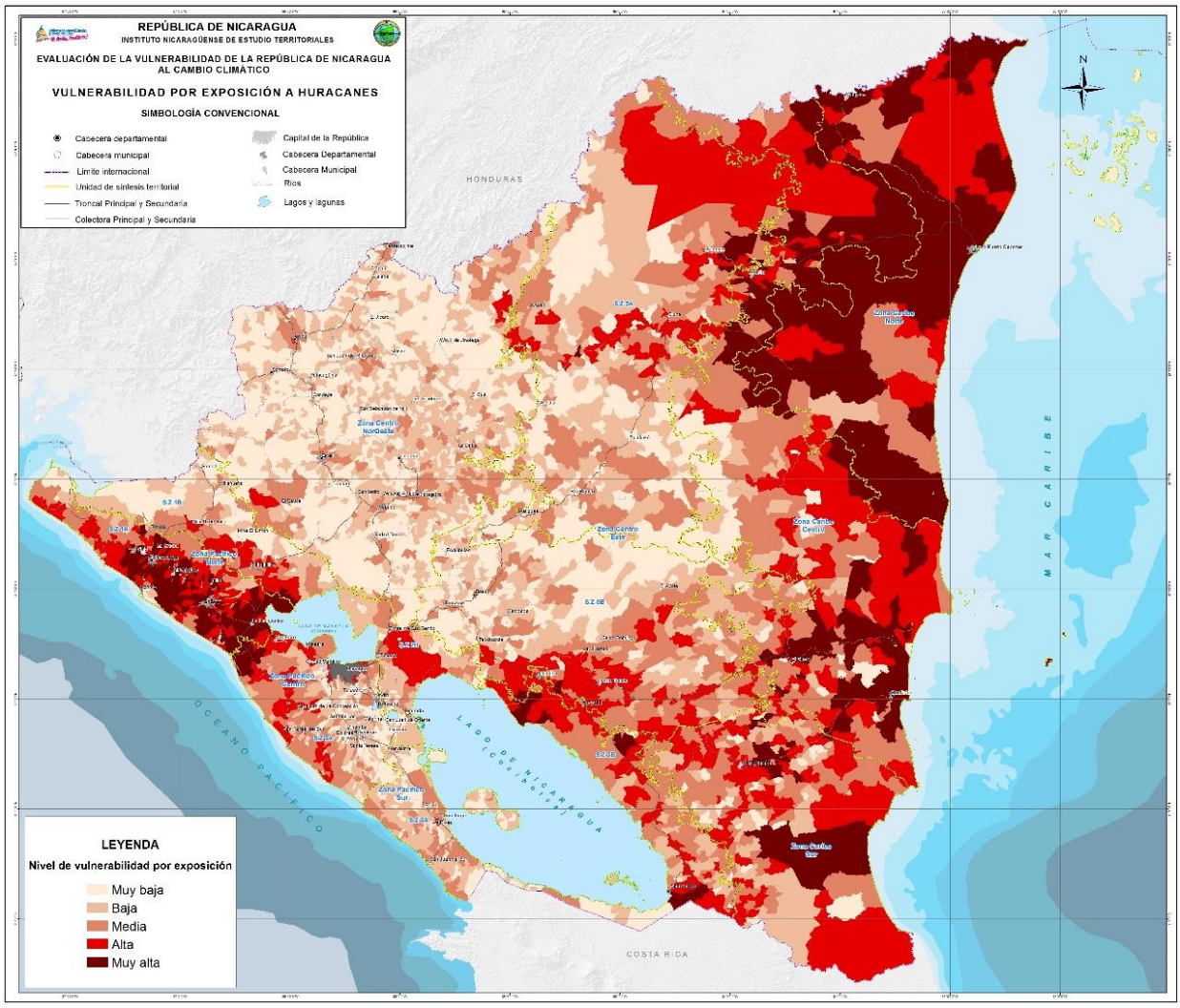


Figura 98. Vulnerabilidad por exposición a huracanes

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

4.2.5.3. Vulnerabilidad por exposición al aumento del nivel del mar

Para determinar la vulnerabilidad por exposición al aumento del nivel del mar, se identificaron las comunidades amenazadas en sus diferentes niveles, considerando que este fenómeno es ocasionado por el impacto directo del cambio climático en el país, pudiendo llegar a desencadenar anegamiento o pérdida de tierra, erosión costera, contaminación de los cuerpos de agua dulce (intrusión salina), elevación del nivel freático, afectación de ecosistemas naturales, cambios en las mareas y morfología costera. Luego se identificaron los elementos expuestos más susceptibles por comunidad, destacando la población, los cultivos, infraestructuras y equipamiento social. Para este análisis se utilizaron los escenarios de calentamiento global +1.5°C vs. +3.0°C, basados en las proyecciones del Quinto Informe de Evaluación del IPCC (2014a).

El 13.25% del territorio nacional concentra los mayores niveles de vulnerabilidad por exposición. De este, el 9.24% registra una vulnerabilidad muy alta en 85 comunidades y el 4.01% una vulnerabilidad alta en 74 comunidades. Estas se localizan principalmente en la macrozona pacífico en los municipios El Viejo, Puerto Morazán, Somotillo, Chinandega y Villanueva del departamento Chinandega; en los municipios León, La Paz Centro y Nagarote del departamento León; el municipio San Rafael del Sur y Villa El Carmen del departamento Managua; y, los municipios Diriamba y Jinotepe del departamento Carazo. En la macrozona caribe en los municipios Waspam, Puerto Cabezas y Prinzapolka de la RACCN; en los municipios Desembocadura del Río Grande, El Tortuguero, Kukra Hill, Lagunas de Perlas y Bluefields de la RACCS; y, en el municipio San Juan de Nicaragua del departamento Río San Juan (Figura 99).

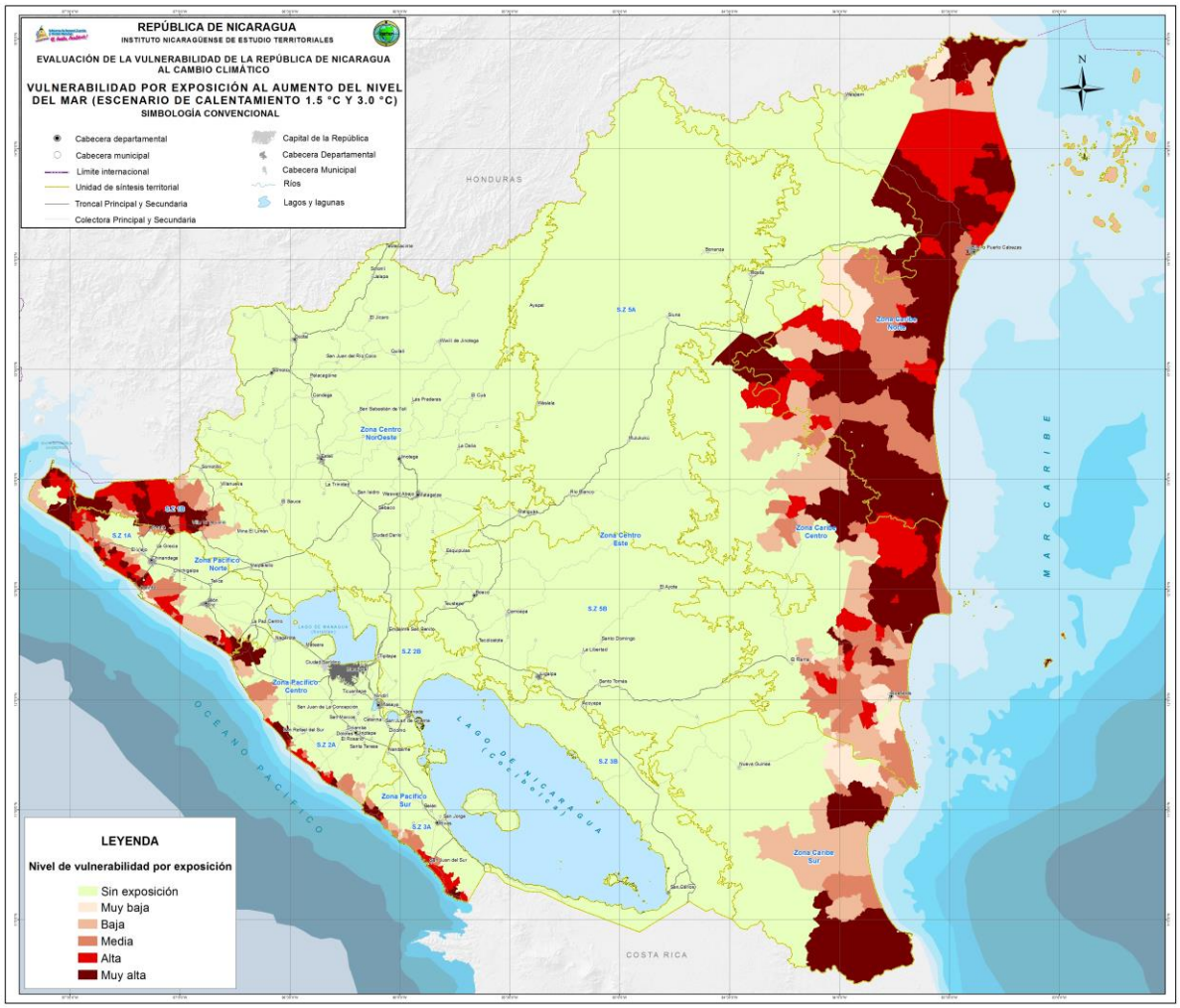


Figura 99. Vulnerabilidad por exposición al aumento del nivel del mar

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

Ante el aumento del nivel del mar los elementos más sensibles son la población de los asentamientos humanos, los cultivos, la infraestructura de pozos y el equipamiento social, por lo que se les asignó mayor peso en el análisis; no obstante, se tomaron en cuenta los otros elementos territoriales expuestos. De esto, cabe destacar que la mayor concentración de población, equipamiento social e infraestructura de pozos se localiza en la macrozona caribe, mientras que los cultivos en todas sus épocas de siembra en la macrozona pacífico.

4.2.5.4. Vulnerabilidad por exposición a inundaciones

Para determinar la vulnerabilidad por exposición a inundaciones, se identificaron las comunidades amenazadas en sus diferentes niveles, considerando que este fenómeno es el más recurrente del país pudiendo ocasionar pérdidas y daños en el territorio. Luego se identificaron los elementos expuestos más susceptibles por comunidad, destacando la población, los cultivos, infraestructuras y equipamiento social. Para este análisis se utilizó la base de datos de eventos históricos de inundación.

El 12.13% del territorio nacional concentra los mayores niveles de vulnerabilidad por exposición. De este, el 6.02% registra una vulnerabilidad muy alta en 103 comunidades y el 6.11% una vulnerabilidad alta en 266 comunidades. Estas se localizan principalmente en la macrozona pacífico en los municipios Somotillo, El Viejo, Villanueva y El Realejo del departamento Chinandega; en los municipios León y La Paz Centro del departamento León; en los municipios Managua, San Francisco Libre y Tipitapa del departamento Managua; el municipio Granada; Tisma del departamento Masaya; en los municipios Buenos Aires, Potosí, Tola, San Juan del Sur, Rivas, Altagracia y Cárdenas del departamento Rivas; en el municipio San Carlos del departamento Río San Juan; sector oeste de los municipios Juigalpa, Acoyapa y Comalapa del departamento Chontales; sector oeste del municipio San Lorenzo del departamento Boaco y el municipio Morrito del departamento Río San Juan.

En la macrozona central en los municipios Ocotal, Dipilto y Wiwilí de Nueva Segovia del departamento Nueva Segovia; el municipio Telpaneca y Palacagüina del departamento Madriz; en los municipios Condega, Estelí y La Trinidad del departamento Estelí; en los municipios Santa María de Pantasma, Wiwilí de Jinotega, San Sebastián de Yalí y Jinotega del departamento Jinotega; en los municipios Ciudad Darío, Sébaco, Matagalpa, Esquipulas, San Dionisio y Muy Muy del departamento Matagalpa; Teustepe y Santa Lucía del departamento Boaco; y, costado este del municipio Acoyapa del departamento Chontales.

En la macrozona caribe en los municipios Nueva Guinea, Bluefields, Laguna de Perlas y Desembocadura de Río Grande de la RACCS; y, en el municipio de Prinzapolka, Rosita, Puerto Cabezas y Waspam de la RACCN (Figura 100).

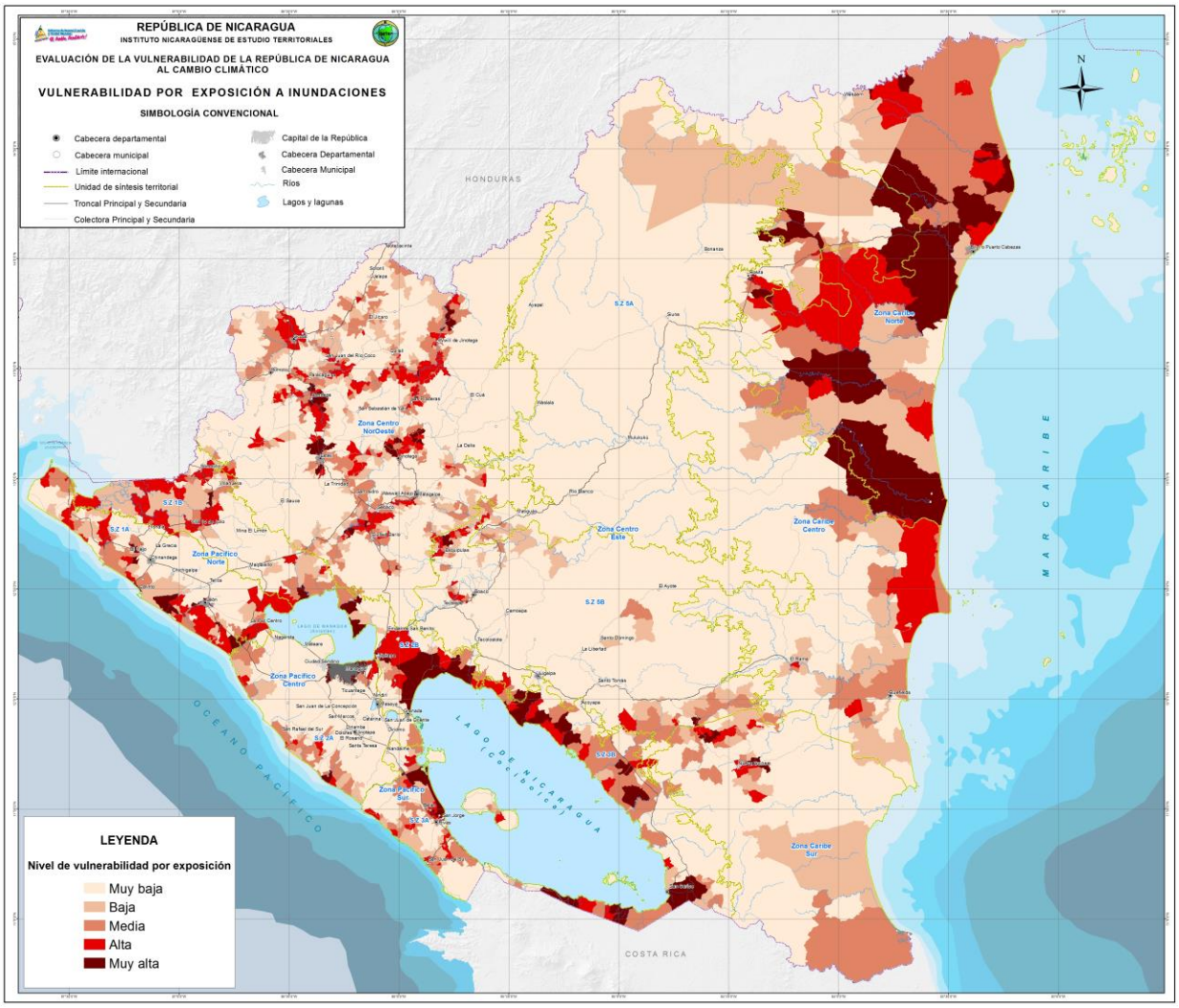


Figura 100. Vulnerabilidad por exposición a inundaciones

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

Ante las inundaciones los elementos más sensibles son la población de los asentamientos humanos, los cultivos, la red vial y el equipamiento social, por lo que se les asignó mayor peso en el análisis; no obstante, se tomaron en cuenta los otros elementos territoriales expuestos. De esto, cabe destacar que la mayor concentración de población, cultivos en todas sus épocas de siembra, establecimientos de salud y vías se localizan en la macrozona pacífico, y, los establecimientos de educación en la macrozona central.

4.2.5.5. Vulnerabilidad por exposición a deslizamientos

Para determinar la vulnerabilidad por exposición a deslizamientos, se identificaron las comunidades amenazadas en sus diferentes niveles, considerando que este fenómeno puede desencadenarse como consecuencia del exceso de precipitación, huracanes e inundaciones. Luego se identificaron los elementos expuestos más susceptibles por comunidad, destacando la población, los cultivos, infraestructuras y equipamiento social. Para este análisis, se tomaron en cuenta las áreas con amenazas de deslizamiento comprobadas y los territorios con susceptibilidad muy alta en pendientes mayores al 30%.

El 33.46% del territorio nacional concentra los mayores niveles de vulnerabilidad por exposición. De este, el 4.26% registra una vulnerabilidad alta y media por amenaza deslizamiento en 238 comunidades y el 29.20% una vulnerabilidad por susceptibilidad muy alta a deslizamiento en 1,228 comunidades. Esta se localiza principalmente en la macrozona pacífico en la cadena volcánica que se extiende sobre los departamentos Chinandega, León, Managua, Masaya, Granada y Rivas en el sector de la Isla de Ometepe.

En la macrozona central en el departamento Madriz; en los municipios Achuapa, el Sauce, Santa Rosa del Peñón y costado este del Jicaral del departamento León; San Juan de Limay y Pueblo Nuevo del departamento de Estelí; los municipios Matagalpa, San Dionisio, Tuma – La Dalia, Rancho Grande, Matiguás, San Ramón, Esquipulas y Río Blanco del departamento Matagalpa; en los municipios El Cuá, Jinotega y San José de Bocay del departamento Jinotega; los municipios Boaco y Camoapa del departamento Boaco; los municipios La Libertad, San Dionisio, Villa Sandino, costado este de Acoyapa y El Coral del departamento Chontales; los municipios Waslala, Siuna y Mulukukú de la RACCN; y, Bocana de Paiwas, El Ayote y Muelle de los Bueyes de la RACCS. En la macrozona caribe en los municipios Nueva Guinea y Bluefields de la RACCS; y, el Castillo y San Juan de Nicaragua del departamento Río San Juan (Figura 101).

Ante la exposición a deslizamientos los elementos más sensibles son la población de los asentamientos humanos, las vías y el equipamiento social, por lo que, se les asignó mayor peso en el análisis; no obstante, se tomaron en cuenta los otros elementos territoriales expuestos. De esto, cabe destacar que la mayor concentración de población se ubica en la macrozona pacífico, y, los cultivos en todas sus épocas de siembra, las vías y equipamiento social en la macrozona central.

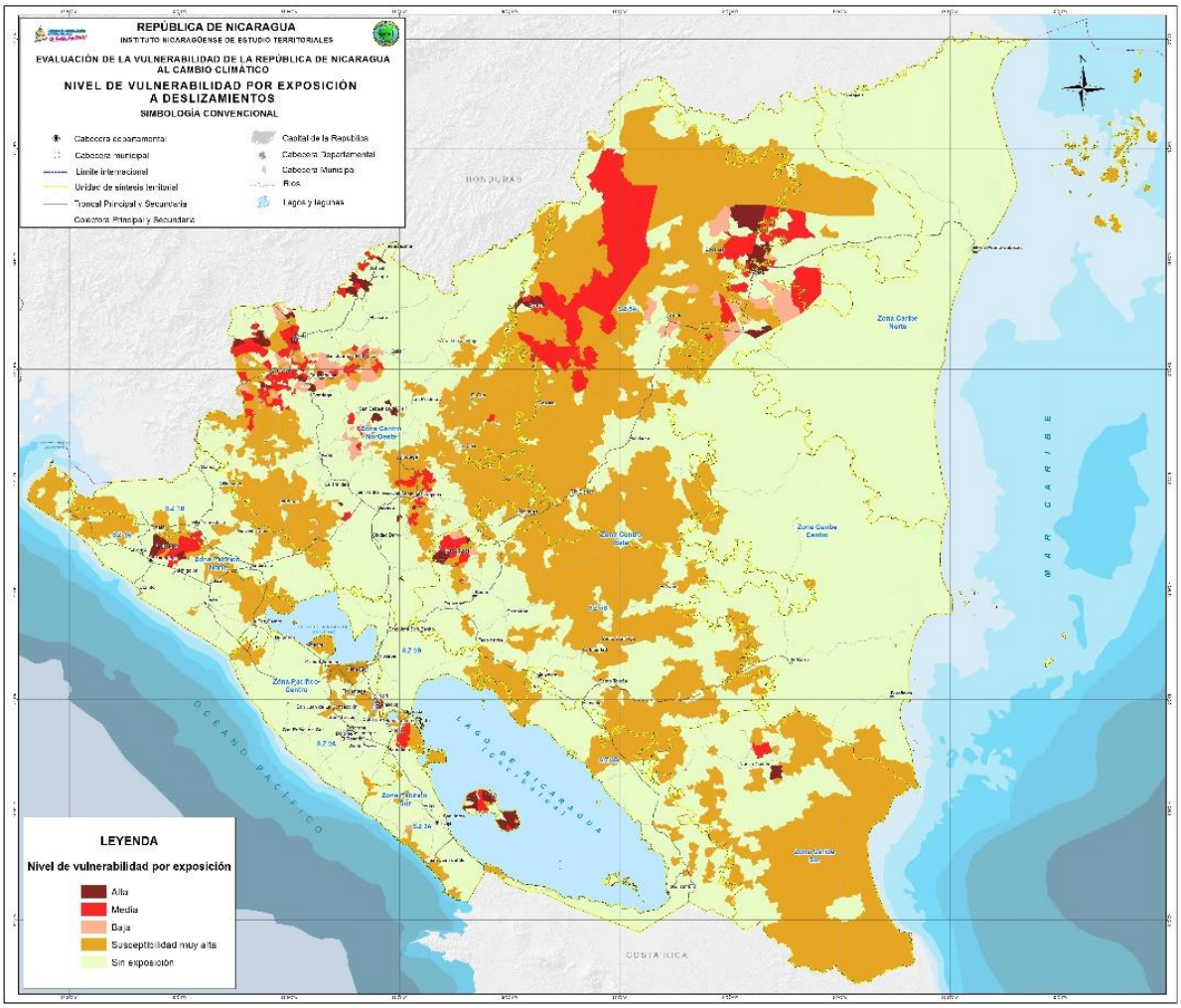


Figura 101. Vulnerabilidad por exposición a deslizamientos

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

4.2.5.6. Vulnerabilidad por exposición a sequía meteorológica

Para determinar la vulnerabilidad por exposición a sequía meteorológica, se identificaron las comunidades amenazadas en sus diferentes niveles (amenaza baja, media y alta) la cual fue clasificada por medio del método de análisis Índice de Precipitación Estandarizado (IPE), seguido de la identificación de los elementos expuestos en el territorio que incluyen a la población, los asentamientos humanos y los medios de vida. Estos fueron clasificados según su proporción en la comunidad y el peso específico de cada variable.

Como resultado de análisis y la clasificación resultante, se identificó que el 14.56% del territorio nacional concentra los mayores niveles de vulnerabilidad por exposición. De este, el 8.15% registra una vulnerabilidad muy alta en 891 comunidades y el 6.41% una vulnerabilidad alta en 847 comunidades. Estas se localizan principalmente en la

macrozona pacífico en los municipios Chinandega, El Realejo, Cinco Pinos, Santo Tomás del Norte, San Francisco del Norte, Chichigalpa y Posoltega del departamento Chinandega; así como, los departamentos León, Managua, Masaya, Carazo, Granada y Rivas. En la macrozona central en los departamentos Madriz, Estelí, sector oeste de Matagalpa, Boaco y Chontales, y, sector sureste de los departamentos Chinandega, León y Managua; que forman parte del corredor seco (Figura 102).

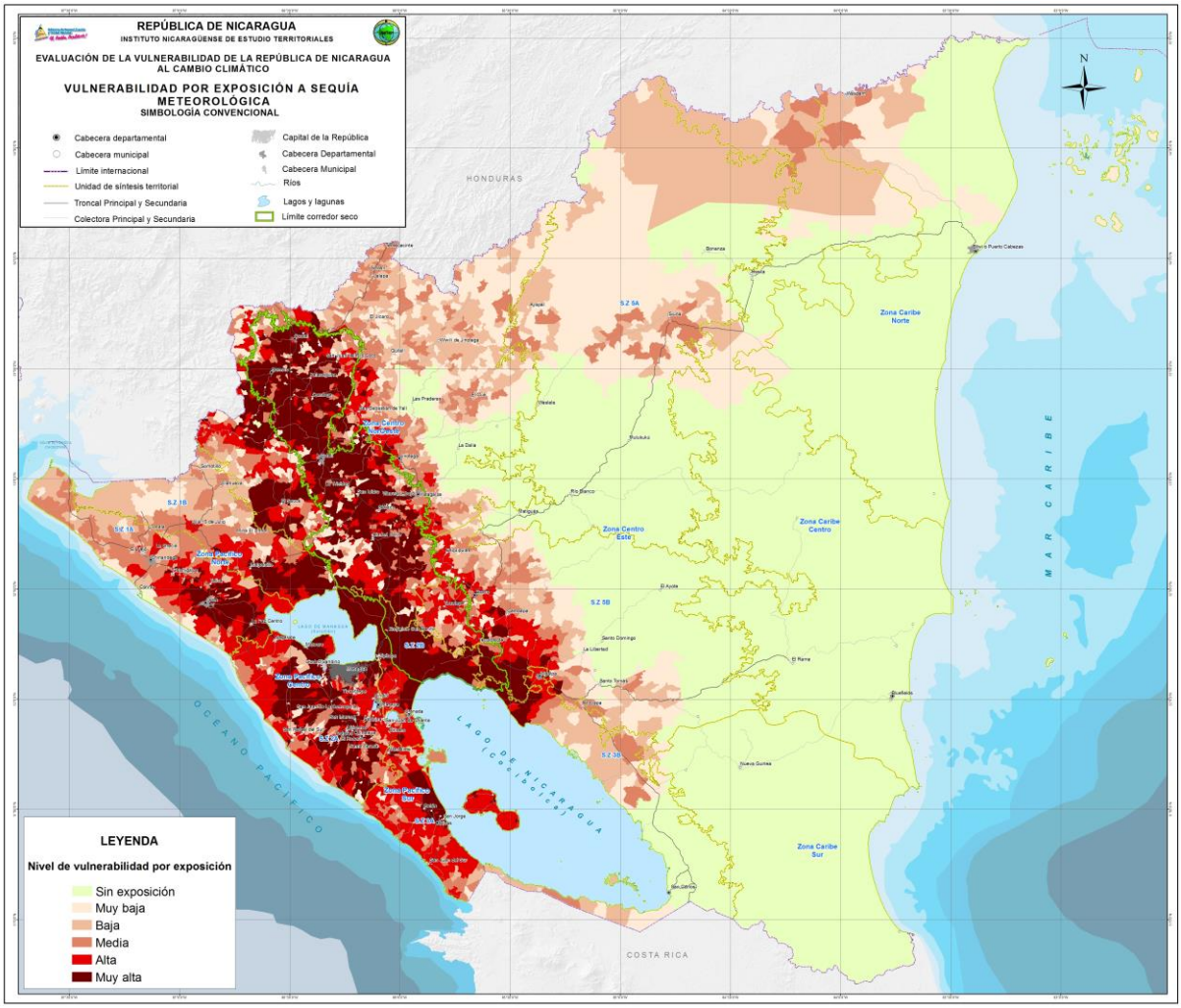


Figura 102. Vulnerabilidad por exposición a sequía

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

Ante el impacto de la sequía meteorológica los elementos más sensibles son la población de los asentamientos humanos, la agricultura, la ganadería e infraestructura de pozos utilizados para el abastecimiento de agua, por lo que se les asignó mayor peso en el análisis; no obstante, se tomaron en cuenta los otros elementos territoriales expuestos. De esto, cabe destacar que la mayor concentración de población y cultivos, en sus

diferentes épocas de siembra, se localizan en la macrozona pacífico y los pozos en la macrozona central.

4.2.6. Indicadores de vulnerabilidad territorial según factores físicos, económico – productivos, sociales y ambientales.

Entendiendo que la vulnerabilidad es multifactorial y se expresa en el territorio a través de condiciones inherentes a ciertas características físicas de los suelos, agua, ecosistemas etc., combinadas con factores desencadenantes de origen antrópico como los procesos productivos, los usos de la tierra, el poblamiento, la degradación de ecosistemas, manejo inadecuado de contaminantes, etc. se elaboraron los siguientes indicadores de vulnerabilidad territorial.

4.2.6.1. Vulnerabilidad por proporción de población no productora

Se valoró el número de productores de los principales rubros alimenticios de la población nicaragüense (arroz, frijoles, maíz y musáceas) para cada municipio y comunidad en relación con su población total, estableciendo distintos niveles de vulnerabilidad de acuerdo con la proporción de personas por cada productor. A más personas que dependen de un productor, mayor es la vulnerabilidad en el territorio.

Este indicador considera que en aquellas comunidades donde la mayoría de la población depende de pocos productores, mayor es su nivel de vulnerabilidad interna, ya que, de presentarse alguna disminución o pérdida en la producción, se reduce la capacidad local para suplir de alimentos básicos a su población, elevando los costos de esos productos. Los rangos utilizados para establecer los niveles de vulnerabilidad fueron los siguientes:

- De 50 a más personas/productor: Muy alta vulnerabilidad.
- De 49 a 25 personas/productor: Alta vulnerabilidad.
- De 24 a 7 personas/productor: Media vulnerabilidad.
- De 6 a 3 personas/productor: Baja vulnerabilidad.
- De 2 a 1 personas/productor: Muy baja vulnerabilidad.

En total son 193 comunidades las que registran los mayores niveles de vulnerabilidad debido a la alta relación entre población total y población no vinculada a la producción de alimentos. Estas comunidades se encuentran distribuidas principalmente en la zona pacífico centro (subzona 2A) en los municipios Nindirí, Managua y Ticuantepe que por lo diversificado de su economía (sectores primario, secundario y terciario) la proporción de personas/productores es mayor. También se localizan en la zona centro este (subzona

5B) en los municipios Wiwilí de Jinotega del departamento Jinotega; y, Santa Rosa del Peñón y Achuapa del departamento León (Figura 103).

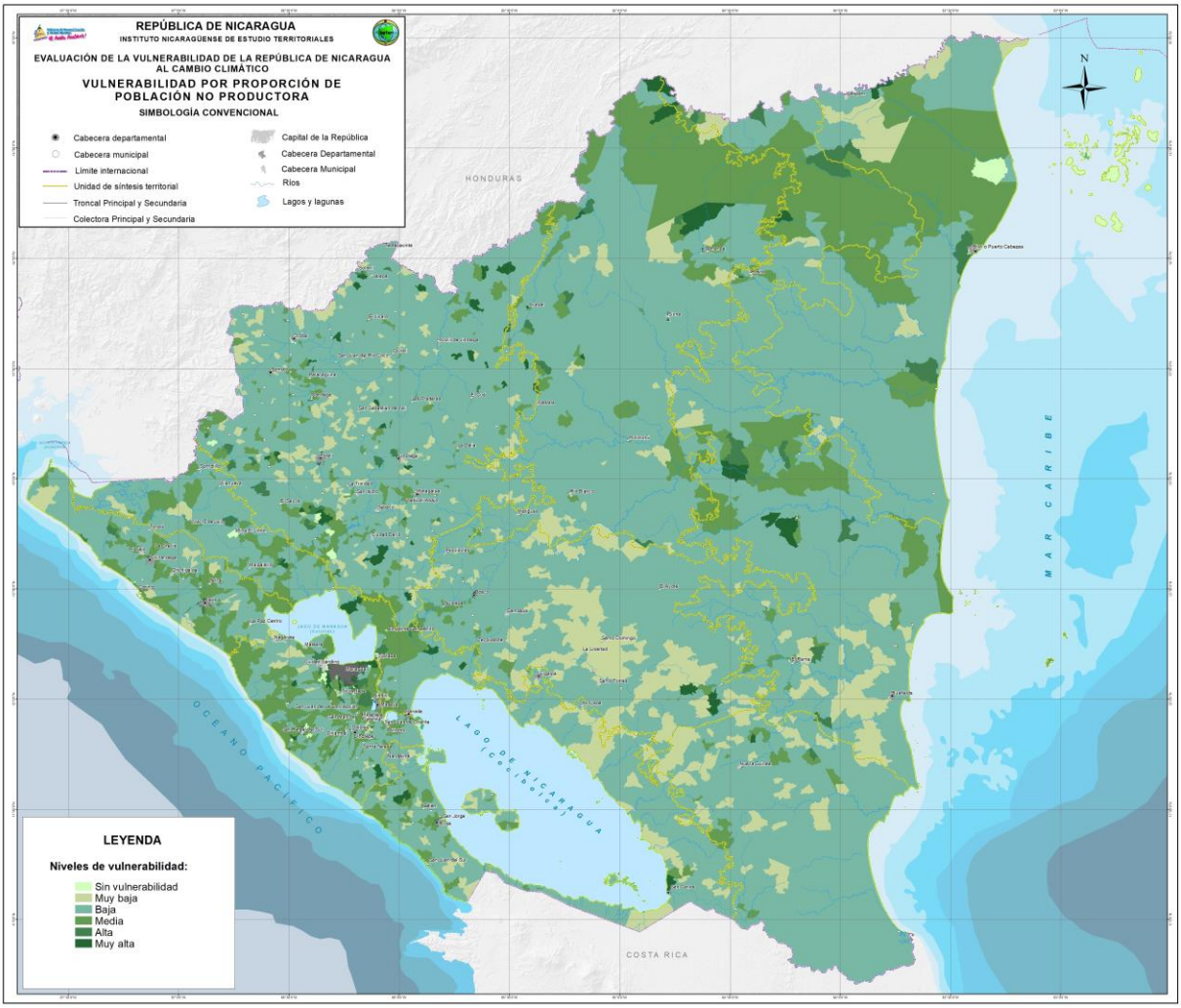


Figura 103. Vulnerabilidad por proporción de población no productora

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

4.2.6.2. Vulnerabilidad por diversidad agrícola

Este indicador supone que aquellas comunidades que solo dependen de pocos cultivos tendrán mayor nivel de vulnerabilidad ante una amenaza climática. Entre mayor es la diversidad agrícola, menor será la vulnerabilidad de la población local y de los grupos de productores.

Para la definición de la vulnerabilidad por diversidad agrícola se contabilizaron los cultivos presentes en cada comunidad según la base cartográfica de la unidad de monitoreo agrícola de INETER-2021. A nivel nacional se contabilizan 77 cultivos establecidos, entre los cuales están los granos básicos (arroz, frijol, maíz), caña de

azúcar, cacao, café, cítricos, cultivos de enramada, frutales, hortalizas, musáceas, palma aceitera, pasto cultivado, raíces y tubérculos, tabaco, entre otros.

Una vez mapeados y ponderados todos los cultivos para cada comunidad, se determinaron los niveles de vulnerabilidad tomando en cuenta la cantidad de cultivos presentes en las comunidades. Los rangos utilizados fueron los siguientes:

- < 2 cultivos en la comunidad - Muy baja diversificación productiva - Muy alta vulnerabilidad.
- De 3 a 5 cultivos en la comunidad – Baja diversificación productiva - Alta vulnerabilidad.
- De 6 a 8 cultivos en la comunidad – Media diversificación productiva - Media vulnerabilidad.
- De 9 a 12 cultivos en la comunidad – Alta diversificación productiva - Baja vulnerabilidad.
- Mayor de 13 cultivos en la comunidad – Muy alta diversificación productiva - Muy baja vulnerabilidad.

El 45.84% del territorio nacional se encuentra con muy alta vulnerabilidad por diversificación agrícola. Concentrándose en 2,744 comunidades, en su mayoría localizadas en la zona Centro Noroeste principalmente en los municipios Wiwilí de Jinotega, Santa María de Pantasma, El Cuá, San Rafael del Norte y San Sebastián de Yalí del departamento Jinotega; Rancho Grande, El Tuma – La Dalia, San Ramón, parte noroeste de Matiguás y San Dionisio del departamento Matagalpa; Dipilto, Quilalí, Wiwilí de Nueva Segovia y Murra del departamento Nueva Segovia. También se localizan en la zona Centro Este (subzona 5A) en los municipios San José de Bocay del departamento Jinotega; Waspam, Bonanza, Siuna y Mulukukú de la Costa Caribe Norte. En estos territorios existe muy baja diversificación productiva.

A nivel nacional 22.79% del territorio se encuentran con vulnerabilidad alta, distribuyéndose en 1,471 comunidades, localizándose primordialmente en el Centro Noroeste en el municipio El Sauce del departamento de León; Estelí y la Trinidad del departamento de Estelí; Jinotega y Santa María de Pantasma del departamento Jinotega; Mosonte, Ocotal y Macuelizo del departamento de Nueva Segovia. También se localizan en la zona Centro Este (subzona 5B) en los municipios Comalapa, Acoyapa, San Francisco de Cuapa, El Coral y Juigalpa del departamento Chontales; Muelles de los Bueyes y El Ayote de la Costa Caribe Sur (Figura 104).

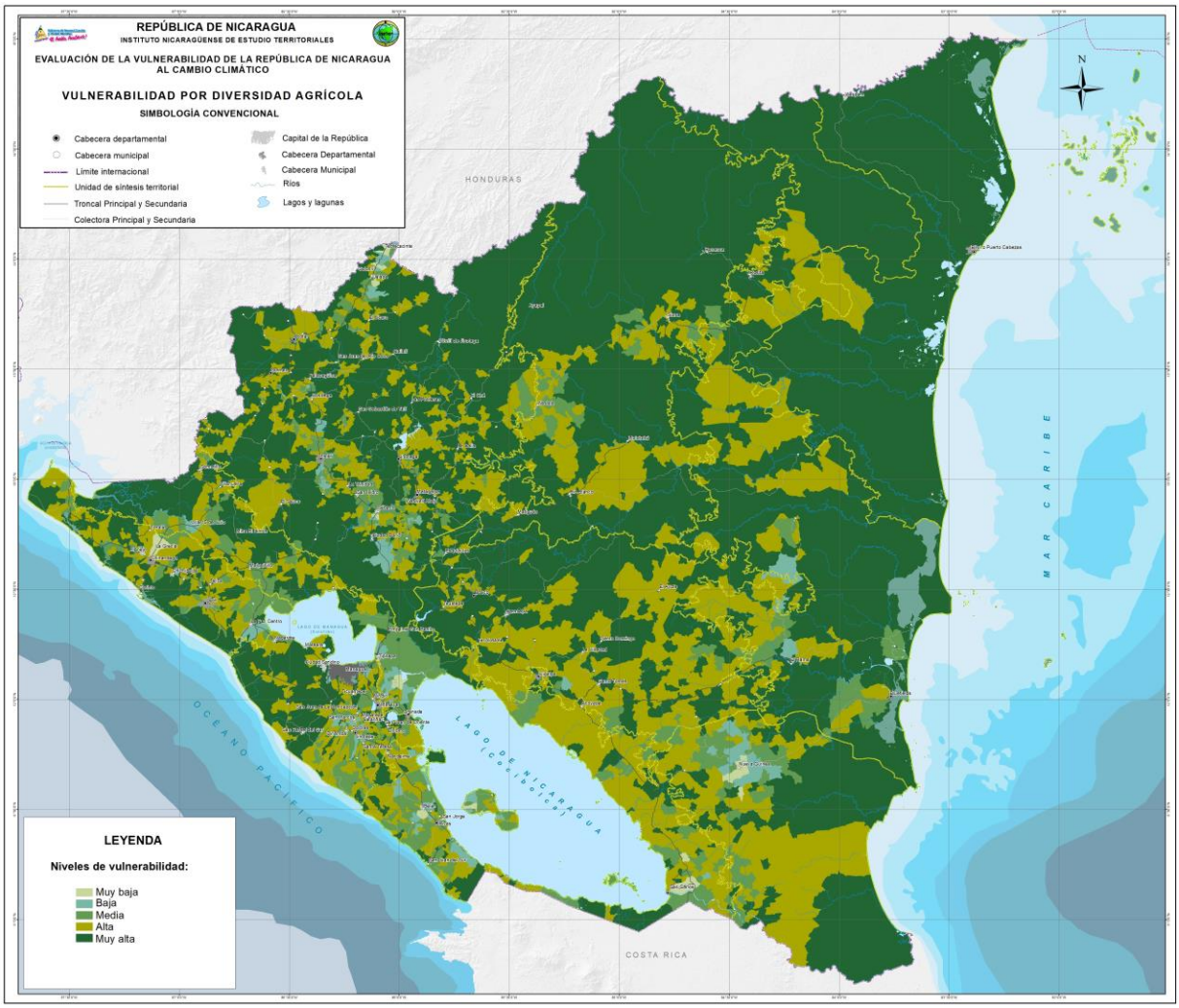


Figura 104. Vulnerabilidad por diversidad agrícola

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

4.2.6.3. Vulnerabilidad por conflictos en el uso del suelo agropecuario

Este indicador expone la relación entre el uso potencial de la tierra y el uso actual agropecuario y se establece que entre mayor sea la superficie de la comunidad bajo conflicto de uso, mayor será la vulnerabilidad.

La vulnerabilidad en el uso del suelo agropecuario se definió confrontando la potencialidad del uso de la tierra con las áreas agrícolas, determinando para cada comunidad la relación existente entre el estado del uso de tierra (adecuado, medianamente adecuado y no adecuado) y la distribución porcentual interna; luego se realizó una ponderación total en función del área de cada comunidad obteniendo la relación directa del uso agropecuario según sus potencialidades (Tabla 89).

Los rangos utilizados fueron los siguientes:

Tabla 89. Vulnerabilidad en el uso del suelo agropecuario

Categoría de uso	Rango	Nivel de vulnerabilidad
Adecuado	Comunidades con uso agrícola totalmente adecuado al potencial.	Muy baja
	Comunidades con uso agrícola > 10% en áreas adecuadas	Baja
Medianamente adecuado	Comunidades con uso agrícola > 30% en áreas medianamente adecuadas	Media
No adecuado	Comunidades con uso agrícola > 10% en áreas no adecuadas	Alta
	Comunidades con uso agrícola > 30% en áreas no adecuadas	Muy alta

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

Como resultado del análisis se identificaron un total de 210 comunidades que registran los mayores niveles de vulnerabilidad debido al predominio de áreas agrícolas en zonas no adecuadas respecto a su potencial. Estas se ubican principalmente en el Caribe Centro en los municipios Kukra Hill, Bluefields y El Rama de la RACCS. Y en la zona Caribe Sur en los municipios de El Castillo y San Juan de Nicaragua del departamento Rio San Juan (Figura 105).

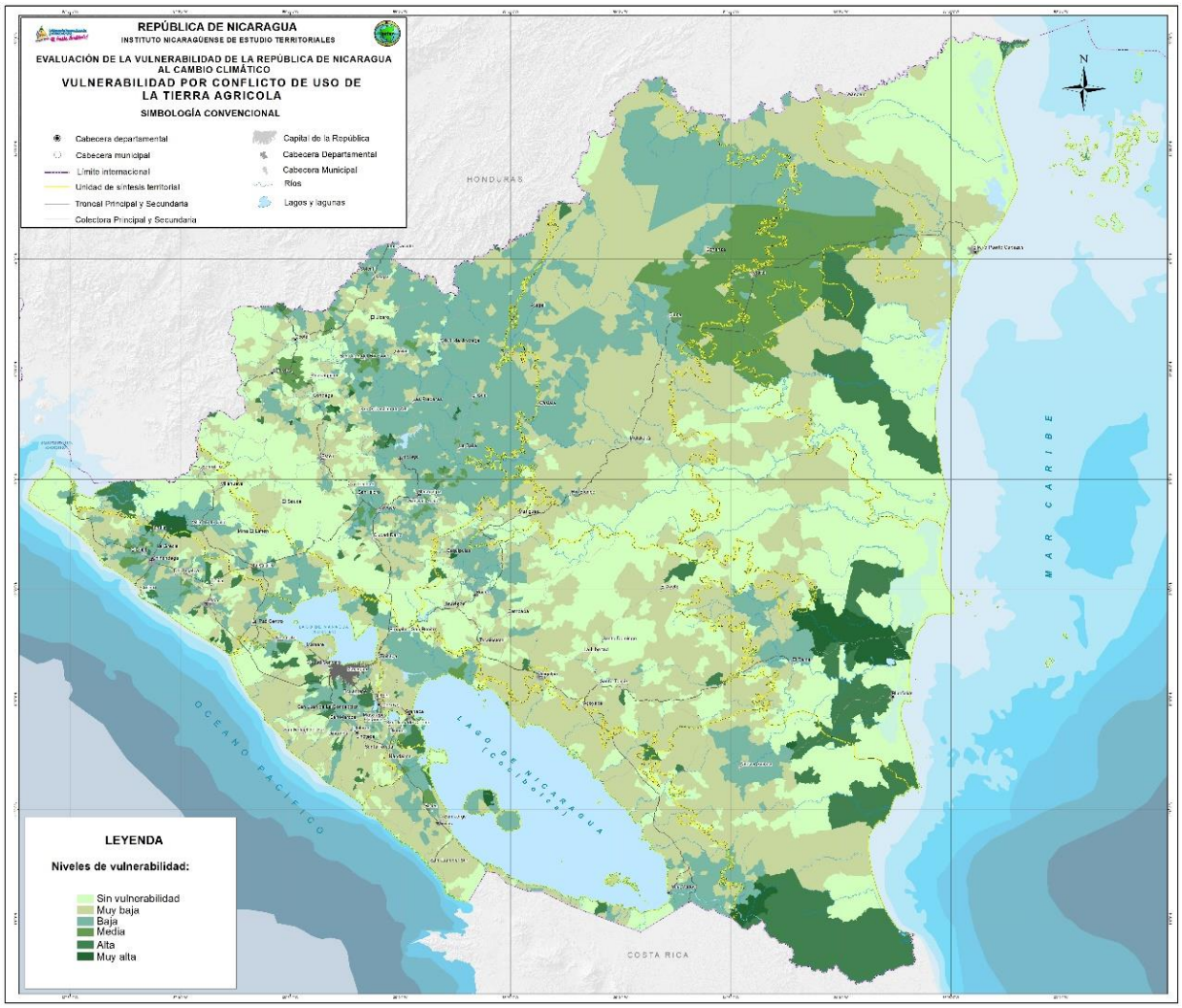


Figura 105. Vulnerabilidad por conflictos en el uso del suelo agropecuario

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

4.2.6.4. Vulnerabilidad por degradación física de los suelos

Este indicador considera que aquellas comunidades que presentan mayor degradación están sujetas a tener suelos débiles y de menor fertilidad, afectando el nivel de rendimientos de los cultivos y, por ende, la producción de alimentos y seguridad alimentaria de la población.

El nivel de degradación de los suelos (bajo, medio, alto, extremo) se obtuvo del análisis de los datos de tipo de pendiente del terreno, profundidad, textura, uso y potencial de la tierra como medios que influyen en la alteración del suelo. Luego se procedió a valorar el nivel de degradación (extrema, media y alta) existente en cada comunidad, calculando el área degradada en relación con el área total de la comunidad, obteniendo de esta forma la proporción de suelos degradados por comunidad.

Una vez mapeado y ponderado el nivel de degradación existente en cada comunidad, se determinaron los niveles de vulnerabilidad utilizando los siguientes rangos:

- De 0 a 9% de suelos degradados: Muy baja vulnerabilidad.
- De 10 a 24% de suelos degradados: Baja vulnerabilidad.
- De 25 a 49% de suelos degradados: Media vulnerabilidad.
- De 50 a 74% de suelos degradados: Alta vulnerabilidad.
- >75% de suelos degradados: Muy alta vulnerabilidad.

De acuerdo con los resultados, el 32.80% del territorio nacional concentra los mayores niveles de vulnerabilidad por suelos degradados. Identificándose 2,412 comunidades con muy alta vulnerabilidad, en su mayoría localizadas en la zona centro noroeste en los municipios Wiwilí de Jinotega, El Cuá, Santa María de Pantasma, La Concordia y San Sebastián de Yalí del departamento Jinotega; Wiwilí de Nueva Segovia, Murra, El Jícaro, Quilalí, San Fernando, Ciudad Antigua, Mosonte, Macuelizo y Santa María del departamento Nueva Segovia; Yalagüina, Totogalpa, Telpaneca, Palacagüina y San Juan de Rio Coco del departamento Madriz; Achuapa, Santa Rosa del Peñón y El Jicaral del departamento León; Condega, Pueblo nuevo, San Juan de Limay del departamento Estelí; Matagalpa, El Tuma – La Dalia, San Ramón, San Dionisio, Terrabona y Rancho Grande del departamento Matagalpa; en la zona Centro Este en los municipios Siuna y Waslala de la Costa Caribe Norte; y, Rio Blanco del departamento Matagalpa.

En vulnerabilidad alta se identificaron 988 comunidades localizadas principalmente en la zona pacífico norte (subzona 1A) en los municipios Chichigalpa y El Viejo del departamento Chinandega; en la zona centro noroeste en los municipios El Cuá, Santa María de Pantasma, Jinotega y San Rafael del Norte del departamento Jinotega; Estelí y San Juan de Limay del departamento Estelí; Somoto, San Lucas, San José de Cusmapa y Las Sabanas del departamento Madriz; en la zona centro este (subzona 5B) en los municipios Camoapa del departamento Boaco; El Ayote de RACCS; Santo Domingo y Villa Sandino del departamento Chontales; y, en la zona centro este (subzona 5A) en los municipios San José de Bocay del departamento Jinotega; Siuna, Waslala y Bonanza de la RACCN (Figura 106).

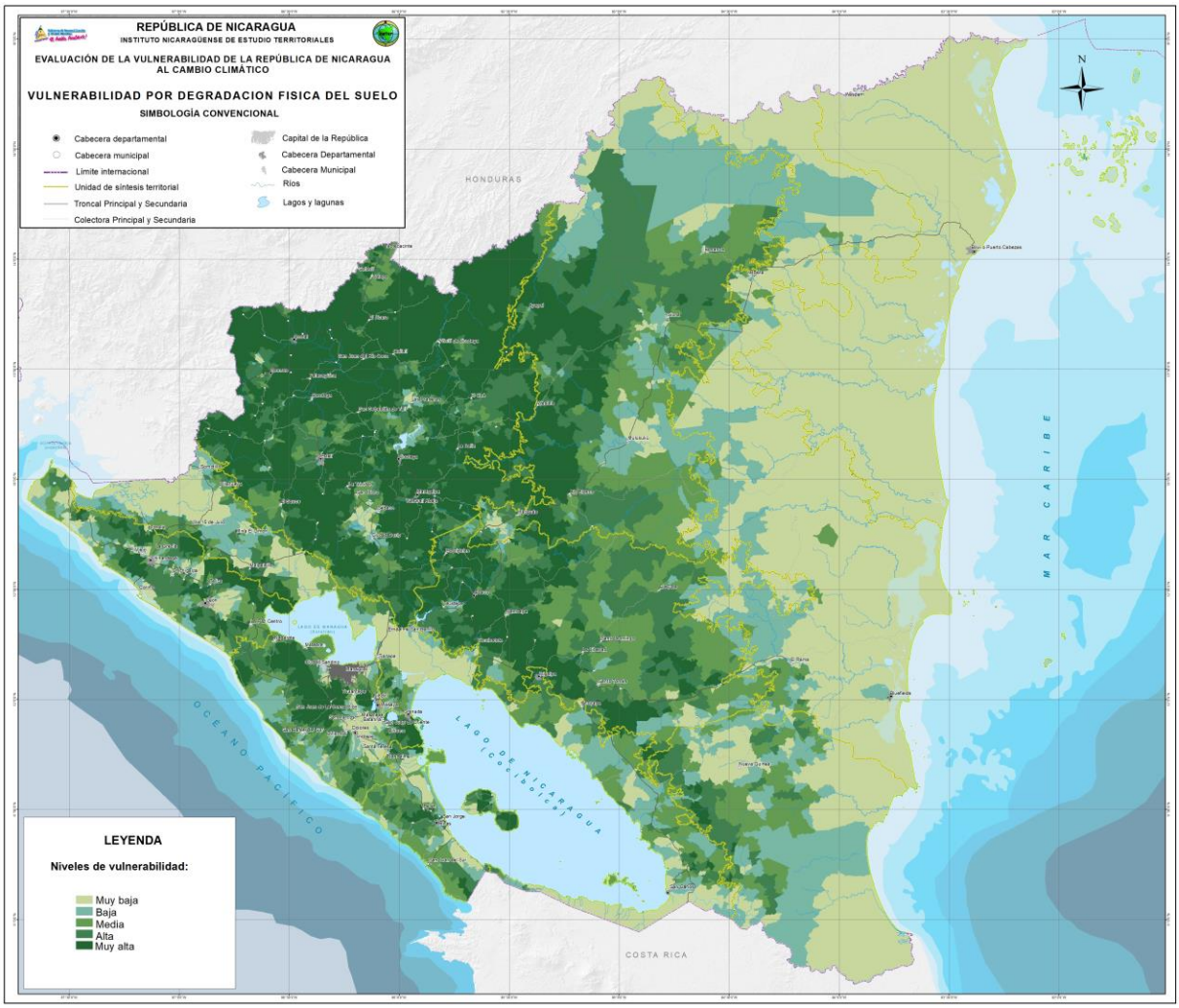


Figura 106. Vulnerabilidad por degradación física de los suelos

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

4.2.6.5. Vulnerabilidad ambiental por tasa de resiliencia de los ecosistemas

Con el propósito de simplificar las múltiples variables ambientales que influyen en la vulnerabilidad se determinó el indicador de *tasa de resiliencia* sobre los resultados del análisis de fragmentación del bosque. Esto permitió calcular la tasa de resiliencia ponderada a nivel comunitario. Para esto se valoró el recurso "Bosque" como la unidad de análisis principal compuesto por todos los bosques latifoliados, bosques de pino y bosques de palma natural, conforme a los usos clasificados en el mapa de uso actual de la tierra 2018.

Para clasificar la tasa de resiliencia ambiental se agruparon en rangos de acuerdo con el número y tamaño de los fragmentos, bajo el precepto que, a menor número de fragmentos, mayor es su capacidad de resiliencia. Estos datos fueron ponderados a nivel de comunidades. Como resultado se determinaron 5 rangos de resiliencia ambiental:

- Muy Baja resiliencia ambiental – 0 a 10% de la comunidad – Muy alta vulnerabilidad ambiental.
- Baja resiliencia ambiental – 10.1 a 20 % de la comunidad – Alta vulnerabilidad ambiental.
- Media resiliencia ambiental - 20.1 a 50% de la comunidad – Media vulnerabilidad ambiental.
- Alta resiliencia ambiental – 50.1 a 75% de la comunidad – Baja vulnerabilidad ambiental.
- Muy alta resiliencia ambiental - > 75% de la comunidad – Muy baja vulnerabilidad ambiental.

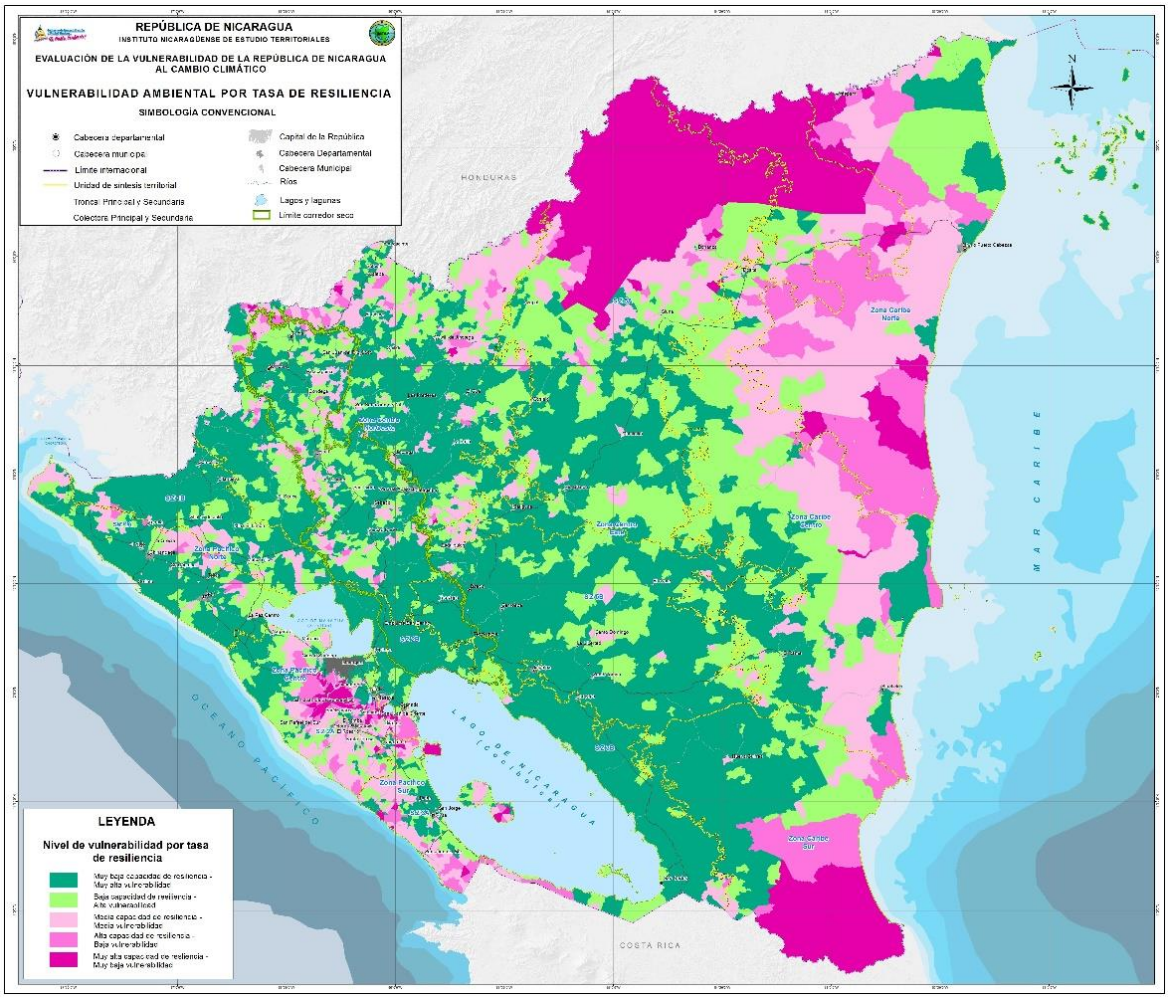


Figura 107. Vulnerabilidad ambiental por tasa de resiliencia

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

En la Figura 107, se observa como la vulnerabilidad muy baja coincide con los ecosistemas de bosque mejor conservados en el país y cuya cobertura, aun compacta, les confiere una capacidad actual de resiliencia muy alta, esto se distribuye en 164 comunidades de la macrozona del caribe desde Bosawas hasta la reserva Indio Maíz. En la macrozona central en la parte norte (Madriz, Nueva Segovia) y en las subzonas 2A y 3A de la macrozona del pacífico nicaragüense.

Para reducir los niveles de vulnerabilidad ambiental por tasa de resiliencia en los ecosistemas de bosque, es necesario continuar implementando los planes nacionales de reforestación e implementar acciones encaminadas a detener el avance de la frontera agrícola hacia el caribe nicaragüense, principalmente en los municipios Waspam, Rosita, Bonanza, Prinzapolka y en la parte oeste de Puerto Cabezas, con prácticas agroecológicas que ayuden a optimizar la producción y el rendimiento en las áreas ya establecidas de granos básicos. En la zona centro caribe es importante establecer sistemas silvopastoriles para la protección de los recursos naturales y disminuir la fragmentación de los bosques, así como promover y financiar la reconversión de la ganadería extensiva a una ganadería intensiva no expansionista (Figura 107).

4.2.6.6. Vulnerabilidad de hábitat

El indicador vulnerabilidad de hábitat es el resultado de la combinación de la fragmentación de los ecosistemas naturales (bosques, manglares y humedales) y su tasa de resiliencia, con las características de la biodiversidad en términos de dependencia de hábitat, a través de la cual se determinaron especies generalistas (prosperan en diferentes condiciones ambientales y hasta en más de cinco tipos de hábitats) y especialistas (tienen requisitos de hábitats más estrictos y se encuentran en cuatro o menos tipos de hábitats).

Esta combinación dio como resultados la identificación de las áreas ponderadas a nivel comunitario donde se encuentran los hábitats más o menos vulnerables a los impactos de origen antrópico que se ven exacerbados por los impactos socio naturales del cambio climático.

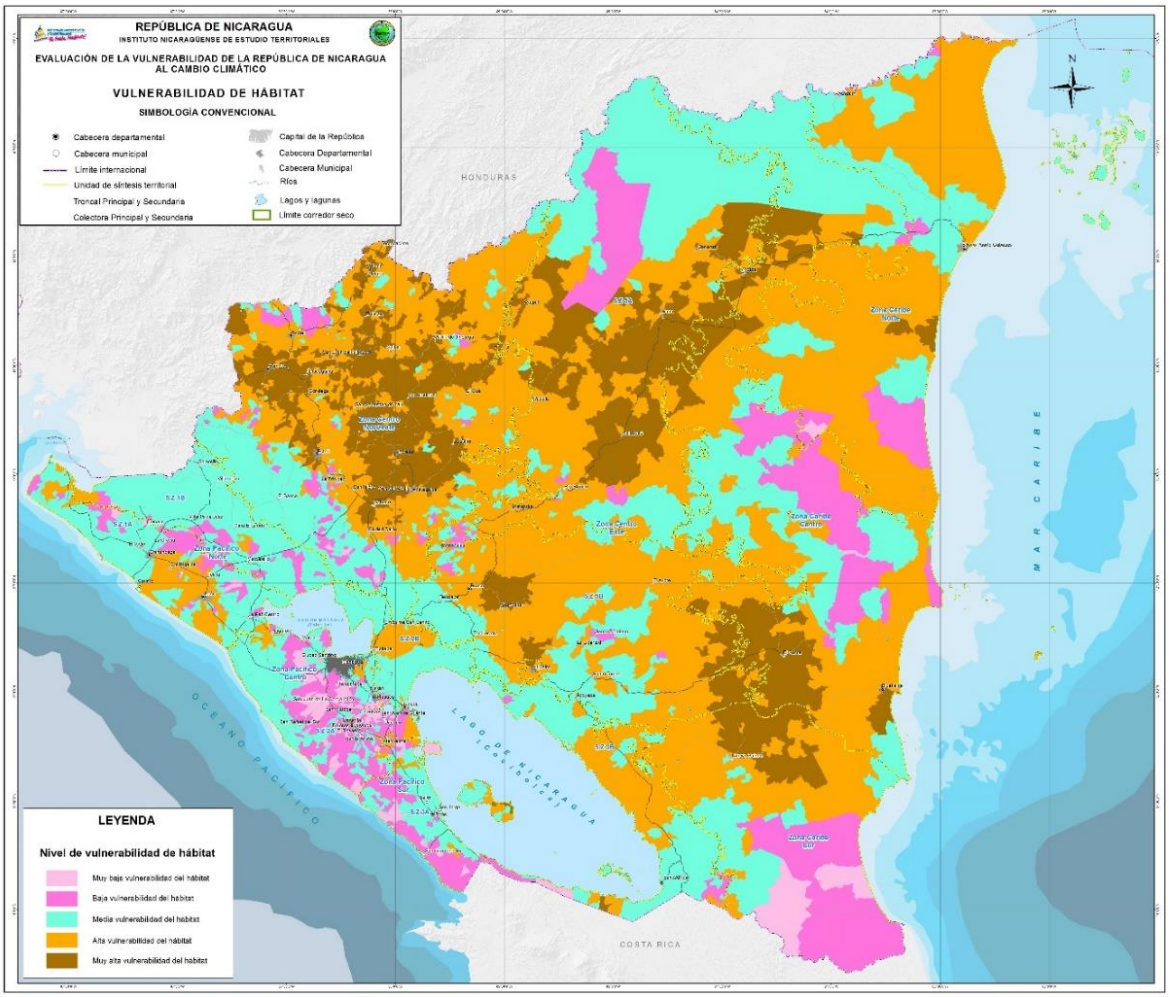


Figura 108. Vulnerabilidad de hábitat

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

En la Figura 108, se pueden apreciar los sitios más susceptibles de sufrir impactos negativos e irreversibles desde el punto de vista ecológico y la consecuente pérdida de servicios ambientales para las comunidades. Las áreas que presentan una vulnerabilidad alta y muy alta coinciden con ecosistemas naturales, la mayoría bajo protección del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) y en el entorno de las reservas naturales privadas.

En la macrozona caribe, se presenta con mayor énfasis en la zona de amortiguamiento de la Reserva de Biosfera Bosawas (municipios Bonanza, Siuna, Waslala y Wiwilí de Jinotega), en la reserva natural Cerro Silva y su entorno inmediato (municipios El Rama, Muelle de los Bueyes y Nueva Guinea), en el área de amortiguamiento de la reserva natural Cerro Wawashang (municipios Laguna de Perlas, Desembocadura de Río Grande, El Tortuguero y Kukra Hill) y en las serranías de Yolaina.

En casi toda la macrozona centro del país concentrando la máxima vulnerabilidad en las áreas protegidas y su entorno en los municipios: Sébaco, Matagalpa, San Ramón, Tuma - La Dalia, Jinotega, La Concordia, San Rafael del Norte, Santa María de Pantasma, San Sebastián de Yalí, San Juan de Río Coco, El Jícaro, Wiwilí de Nueva Segovia y Jalapa; y más al oeste, en los municipios Santa María, Totogalpa, Somoto, Yalagüina, Palacagüina, Pueblo Nuevo, San Lucas y Estelí.

En la macrozona del pacífico en las reservas naturales Volcán Cosigüina y Estero Real en el municipio El Viejo; en los complejos volcánicos: San Cristóbal – Casitas – Chonco y Telica - La Rota con mayor énfasis en los municipios Quezalguaque, Posoltega y Chichigalpa. Otros sitios del pacífico centro y sur como en la parte norte de Tipitapa y Granada; parte de la Isla de Ometepe, en el Refugio de Vida Silvestre Los Guatusos y entre San Carlos y El Castillo en Río San Juan.

4.2.6.7. Vulnerabilidad por diversificación de sectores económicos (primario, secundario, terciario)

Este indicador representa la vulnerabilidad existente en la comunidad según el predominio de población dedicada a los diferentes sectores de la economía (primario, secundario, terciario y sus combinaciones), estableciendo que las comunidades con población ocupada en un solo sector son más vulnerables que las comunidades con población ocupada en diversos sectores económicos. Entre menos diversificada sea la oferta laboral en la comunidad, mayor será la vulnerabilidad de las familias. Los sectores económicos para cada comunidad se encuentran estructurados de la siguiente manera:

- Sector primario: constituido por la agricultura, pesca, ganadería y la minería.
- Sector secundario: se refiere a las actividades que se basan en la producción de bienes y su transformación (industrias).
- Sector terciario: que agrupa las actividades de servicios como el comercio, transporte, turismo, servicios financieros, profesionales y servicios de educación.
- Diversificado 1: Donde se combinan los sectores 1 y 2.
- Diversificado 2: Donde se combinan los sectores 2 y 3.
- Diversificado 3: Donde se combinan los sectores 1 y 3.
- Diversificado 4: Donde se combinan los sectores 1, 2 y 3.

Con el fin de mejorar la clasificación de vulnerabilidad por sectores económicos se realizó para el sector primario (sector predominante en el país) un análisis de la proporción de las tierras cultivadas en la comunidad, clasificando en muy alta, alta, media, baja y muy baja la concentración de cultivos, que al cruzarlas con las comunidades donde predomina

el sector primario y existe un equilibrio con otros sectores (Diversificado 1, Diversificado 3) se ajustó la clasificación de vulnerabilidad, tal como se presenta en la Tabla 90.

Tabla 90. Vulnerabilidad por sectores económicos

Población ocupada en sectores económicos por comunidad	Rangos de vulnerabilidad
Diversificado 4 (todos los sectores)	**Muy baja**
Diversificado 1 en comunidad con alta concentración de cultivos	
Diversificado 3 en comunidad con alta concentración de cultivos	
Diversificado 1 en comunidad con media concentración de cultivos	**Baja**
Diversificado 2 (sector secundario y terciario)	
Diversificado 3 en comunidad con media concentración de cultivos	
Diversificado 1 en comunidad con baja concentración de cultivos	**Media**
Diversificado 3 en comunidad con baja concentración de cultivos	
Sector primario en comunidad con alta concentración de cultivos	**Alta**
Sector secundario	
Sector terciario	
Sector primario en comunidad con baja concentración de cultivos	**Muy alta**

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

Como resultado del análisis a nivel nacional se identificó que el 38.43% del territorio tiene muy alta vulnerabilidad en 1,505 comunidades, localizadas en la zona pacífico norte (subzona 1A) en el municipio El Viejo del departamento Chinandega; (subzona 1B) en los municipios Puerto Morazán y Villanueva del departamento Chinandega, y, el municipio Larreynaga del departamento León. En la zona pacífico centro (subzona 2A)

en el municipio Nagarote del departamento León y Mateare del departamento Managua (Figura 109).

En la zona pacífico sur (subzona 3B) en los municipios San Carlos, San Miguelito y Morrito del departamento Río San Juan; y, el municipio Acoyapa del departamento Chontales. Al oeste de la zona centro noroeste en los municipios Macuelizo, El Jícaro, Wiwilí de Nueva Segovia y Santa María del departamento Nueva Segovia; los municipios Somoto y Telpaneca del departamento Madriz; los municipios Achuapa y El Sauce del departamento León; los municipios San Juan de Limay, Condega, Estelí, San Nicolás y La Trinidad del departamento Estelí; los municipios La Concordia y San Sebastián de Yalí del departamento Jinotega; en los municipios Ciudad Darío, Terrabona y San Dionisio del departamento Matagalpa; (Subzona 5A) en el sector centro este del municipio San José de Bocay del departamento Jinotega; en los municipios Muy Muy, Matiguás y Río Blanco del departamento Matagalpa; Mulukukú, Siuna, Bonanza de la RACCN; y, Paiwas del RACCS; (Subzona 5B) en los municipios Teustepe, Boaco y Camoapa del departamento Boaco; San Francisco de Cuapa, La Libertad, Santo Domingo, San Pedro de Lóvago, Santo Tomás y Villa Sandino del departamento Chontales; El Ayote y Muelle de los Bueyes de la RACCS. En la zona caribe norte y centro en el sector este de Waspam, Puerto Cabezas y Prinzapolka de la RACCN, y, Desembocadura de Río Grande de la RACCS; la zona caribe centro y sur en los municipios La Cruz del Río Grande, El Tortuguero, Laguna de Perlas, costado sur de El Rama y Bluefields de la RACCS, y, el municipio El Castillo del departamento Río San Juan.

El 29.15% territorio nacional está en alta vulnerabilidad en 2,054 comunidades, estas se concentran en la zona pacífico norte (subzona 1A) en el municipio El Viejo y Chinandega del departamento Chinandega, y, Telica y León del departamento León; en la zona pacífico centro (subzona 2A) en los municipios Jinotepe, San Teresa y La Conquista del departamento Carazo, en el municipio Nandaime y sector suroeste de Granada del departamento Granada; en la zona pacífico sur (subzona 3A) en los municipios Tola y San Juan del Sur del departamento Rivas; (subzona 3B) en los municipios Juigalpa y Acoyapa del departamento Chontales; y, en los municipios Morrito, San Miguelito y San Carlos del departamento Río San Juan. Al este de la zona centro noreste en el departamento Nueva Segovia, en los municipios Pantasma, Jinotega, El Cuá, Wiwilí de Jinotega, sector oeste de San José de Bocay, San Rafael del Norte y San Sebastián de Yalí del departamento Jinotega; y, los municipios San Ramón, Tuma - La Dalia, Rango Grande, Esquipulas y Matagalpa del departamento Matagalpa.

En la zona centro este (subzona 5A) en los municipios Siuna, Bonanza, sector oeste de Waspam y Waslala de la RACCN; y, (subzona 5B) en los municipios San José de los Remates y Boaco del departamento Boaco. En la zona caribe norte en los municipios Puerto Cabezas y Prinzapolka de la RACCS; en la zona caribe centro en los municipios

Rosita y sur de Waspam de la RACCN, y, en El Tortuguero, El Rama y Kukrahill de la RACCS; en la zona caribe sur en el municipio Nueva Guinea de la RACCS, y, El Almendro y El Castillo del departamento Río San Juan (Figura 109).

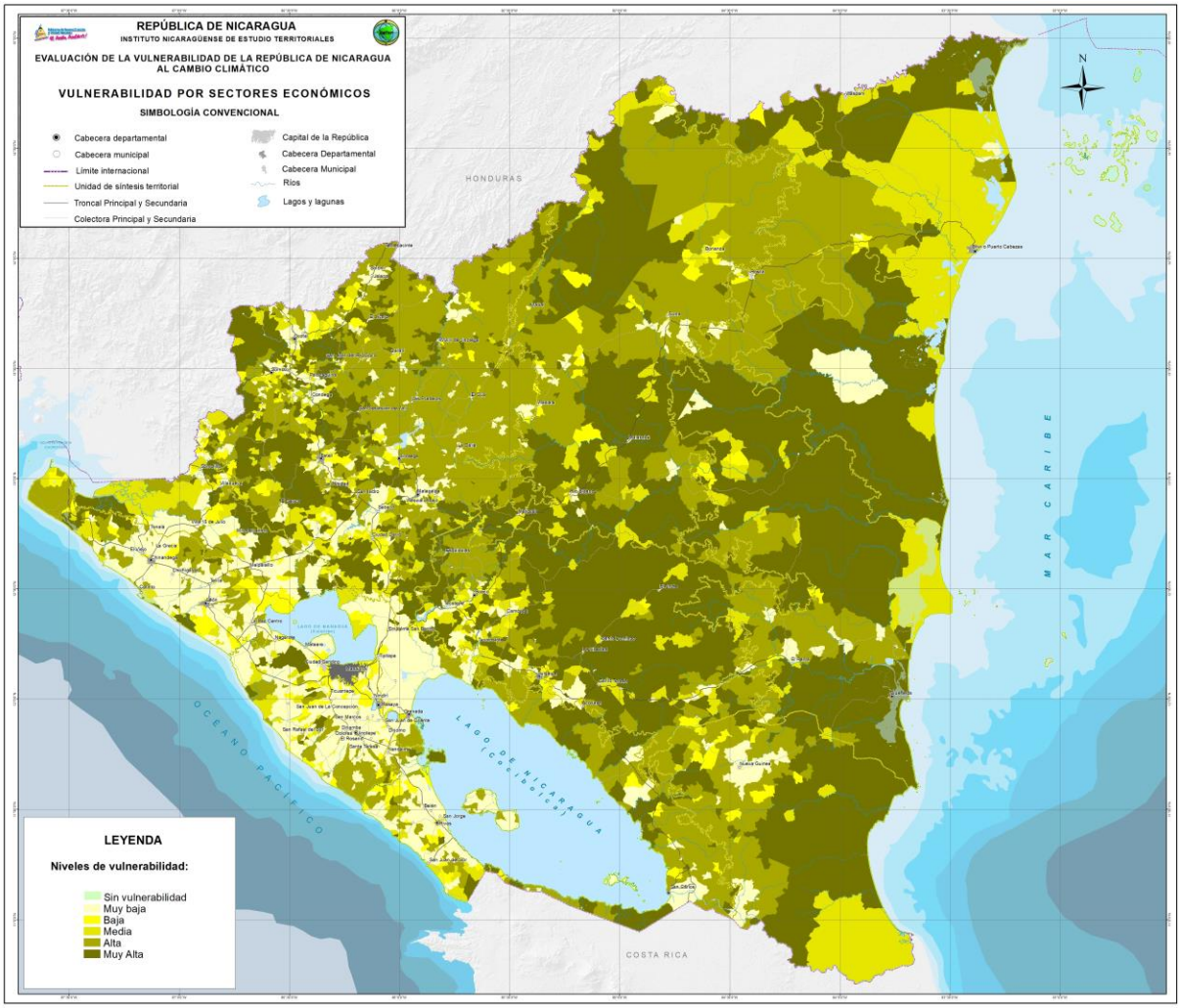


Figura 109. Vulnerabilidad por diversificación de sectores económicos

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

4.2.6.8. Vulnerabilidad por disponibilidad de agua

El presente indicador representa la vulnerabilidad de las comunidades por disponibilidad de agua, considerando que, a menor densidad de ríos (agua superficial) y menor concentración de acuíferos (agua subterránea), mayor será la vulnerabilidad de las comunidades porque existe menos agua disponible para el uso y consumo de la población y sectores productivos. Para determinar dicho indicador, la disponibilidad de agua superficial se calculó a partir de la densidad de los ríos permanentes, y, la disponibilidad de agua subterránea a partir de la densidad de los acuíferos. Posterior se

unificaron ambas variables, asignándole un valor de importancia a cada una para determinar la disponibilidad de agua total por comunidad (Tabla 91).

Tabla 91. Vulnerabilidad de las comunidades por disponibilidad de agua

Disponibilidad de agua	Rangos de vulnerabilidad
Muy alta disponibilidad	**Muy baja**
Alta disponibilidad	**Baja**
Media disponibilidad	**Media**
Baja disponibilidad	**Alta**
Muy baja disponibilidad	**Muy alta**

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

A nivel nacional el 6.06% del territorio tiene muy alta vulnerabilidad en 1,142 comunidades y el 19.19% alta vulnerabilidad en 1,142 comunidades; estas se concentran en la zona pacífico norte (subzona 1A) en los municipios El Viejo y Puerto Morazán del departamento Chinandega; en el municipio León; (subzona 1B) en el municipio Villanueva del departamento Chinandega y el municipio Larreynaga del departamento León.

En la zona pacífico centro (subzona 2A) en el municipio Nagarote del departamento León; en el municipio Mateare, Villa El Carmen, El Crucero y San Rafael del Sur del departamento Managua; y, en los municipios San Marcos, Diriamba, La Conquista y Santa Teresa del departamento Carazo. En la zona pacífico sur (subzona 3A) en los municipios Belén, Tola, Rivas, San Juan del Sur, Cárdenas, Altagracia y Moyogalpa del departamento Rivas; costado suroeste del municipio Granada; (subzona 3B) en el costado oeste de los municipios Comalapa, Juigalpa y Acoyapa del departamento Chontales; y, en los municipios Morrito, San Miguelito y San Carlos del departamento Río San Juan.

En la zona centro noroeste en los departamentos Madriz, Nueva Segovia, Estelí, Matagalpa, Jinotega y los municipios Santo Tomás del Norte, Cinco Pinos, San Pedro del Norte, San Francisco del norte y costado este de Somotillo del departamento Chinandega; en los municipios Achuapa, El Sauce, Santa Rosa del Peñón y costado este de El Jicaral del departamento León; costado este de los municipios San Francisco Libre y Tipitapa del departamento Managua; en la (subzona 5A) en los municipios Muy Muy, Matiguás y Río Blanco del departamento Matagalpa; en los municipios Bocana de Paiwas, Mulukukú, Waslala, sector noreste de Siuna, Wiwilí de Jinotega, y, la comunidad

La Taboada del municipio Bonanza de la RACCN; y, en la (subzona 5B) en los departamentos Boaco y Chontales.

En la zona caribe norte en el costado noreste del municipio Waspam y Prinzapolka de la RACCN. En la zona caribe centro en el municipio Rosita de la RACCN; en los municipios La Cruz del Río Grande, El Tortuguero, Laguna de Perlas, Kukra Hill, El Rama y costado norte de Bluefields de la RACCS. En la zona pacífico sur en el municipio Nueva Guinea de la RACCS; y, en los municipios El Almendro y costado noroeste del municipio San Miguelito del departamento Río San Juan (Figura 110).

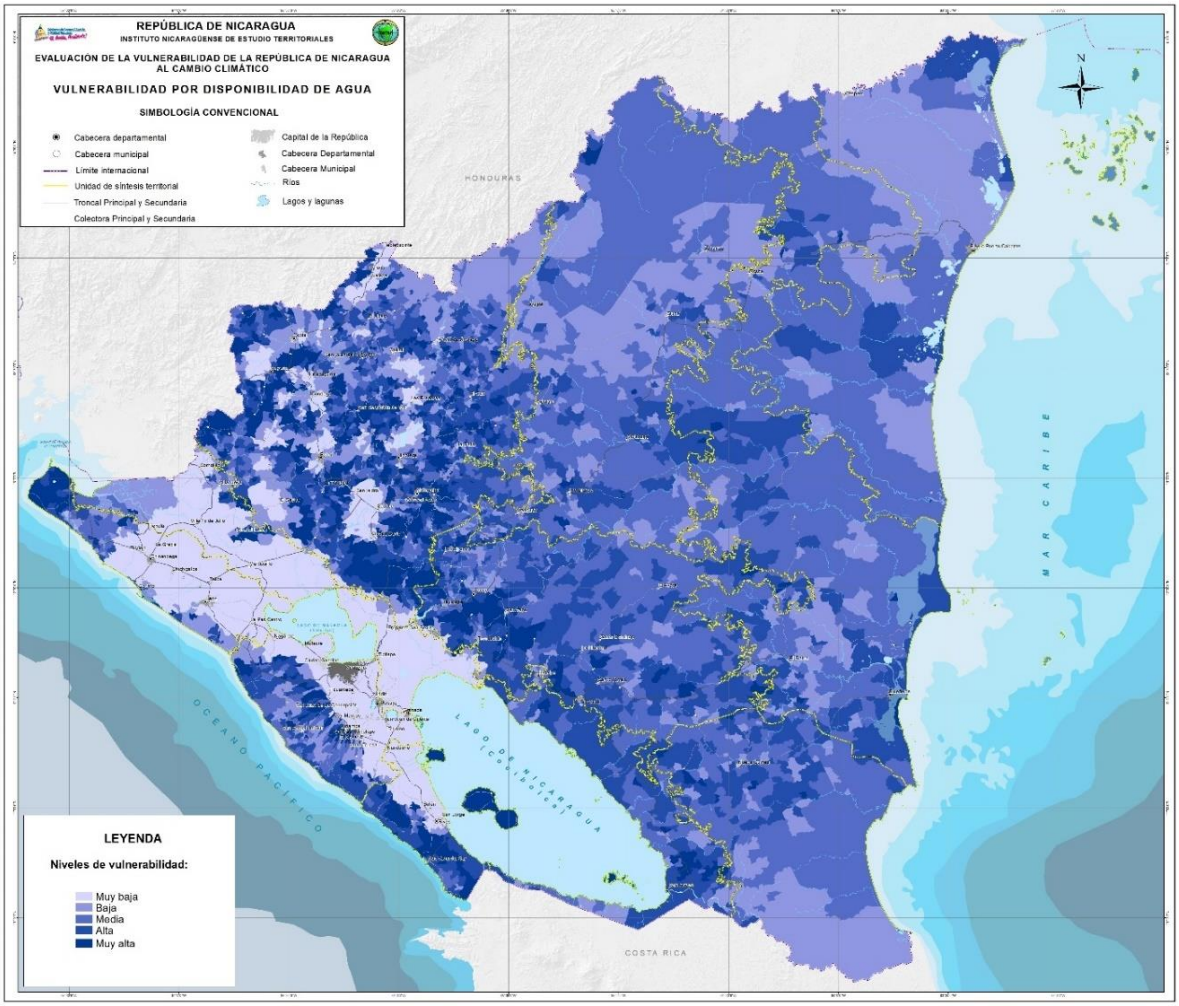


Figura 110. Vulnerabilidad por disponibilidad de agua

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

4.2.6.9. Vulnerabilidad de contaminación de aguas subterráneas por el uso de pesticidas

Este indicador expresa la vulnerabilidad que tienen los acuíferos de ser contaminados por el uso de agroquímicos en la superficie. En ese sentido se identificaron en primer lugar todas las áreas del país con una cobertura agrícola de monocultivos para la exportación y el mercado interno (Café, Tabaco, Caña de Azúcar, Maní, Palma Aceitera, etc.) que, por sus características intensivas utilizan agroquímicos como pesticidas y plaguicidas. En segundo lugar, se mapearon los acuíferos identificados en el territorio nacional.

Estas áreas fueron relacionadas con los resultados obtenidos por la Dirección de Recursos Hídricos del INETER con la aplicación del modelo DRASTIC, que determinó los sitios hidrogeológicos con mayor y/o menor "potencial relativo" de contaminación de los acuíferos y su respectiva reclasificación para determinar el grado de vulnerabilidad ponderado a nivel de comunidades.

Se determinó que a nivel nacional solo el 0.10% del territorio tiene muy alta vulnerabilidad de contaminación de acuíferos subterráneos, lo que se ve expresado en 12 comunidades localizadas en la zona pacífico norte (subzona 1A) en las comunidades Palo Herrado, Carlos Fonseca del municipio El Viejo; Esquinas de Amayo, Guanacastillo, Palo Herrado, Silvio Castro y Sector Cristina del municipio Puerto Morazán; El Piloto del municipio Chinandega del departamento Chinandega; en la (subzona 1B) en las comunidades Villa 15 de Julio y San Juan de la Penca del municipio Chinandega; y, San Ildefonso Sur y San Ildefonso Norte del municipio Larreynaga del departamento León.

El 1.31% del territorio nacional tiene una alta vulnerabilidad concentrada en 186 comunidades, distribuidas en la zona pacífico norte (Subzona 1A) en los municipios El Viejo, Chinandega, Chichigalpa, El Realejo y Posoltega del departamento Chinandega; en los municipios Quezalguaque, Telica, León y La Paz Centro del departamento León; (subzona 1B) en los municipios Somotillo y Villanueva del departamento Chinandega; y, en el municipio Larreynaga del departamento León. En la zona pacífico centro (subzona 2A) en los municipios Mateare, Ciudad Sandino y El Crucero del departamento Managua; en el municipio San Marcos del departamento Carazo; en los municipios Masatepe y Nindirí del departamento Masaya; (subzona 2B) este del municipio Granada, y, oeste del municipio San Lorenzo del departamento Boaco. En la zona pacífico sur (subzona 3A) en el municipio Nandaime del departamento Granada; y, en el municipio San Jorge del departamento Rivas. En la zona centro noroeste en los municipios San Juan del Río Coco y Telpaneca del departamento Madriz; en el municipio Quilalí del departamento Nueva Segovia; en el municipio Achuapa del departamento León; y, en los municipios San Isidro, Ciudad Darío y Sébaco del departamento Matagalpa (Figura 111).

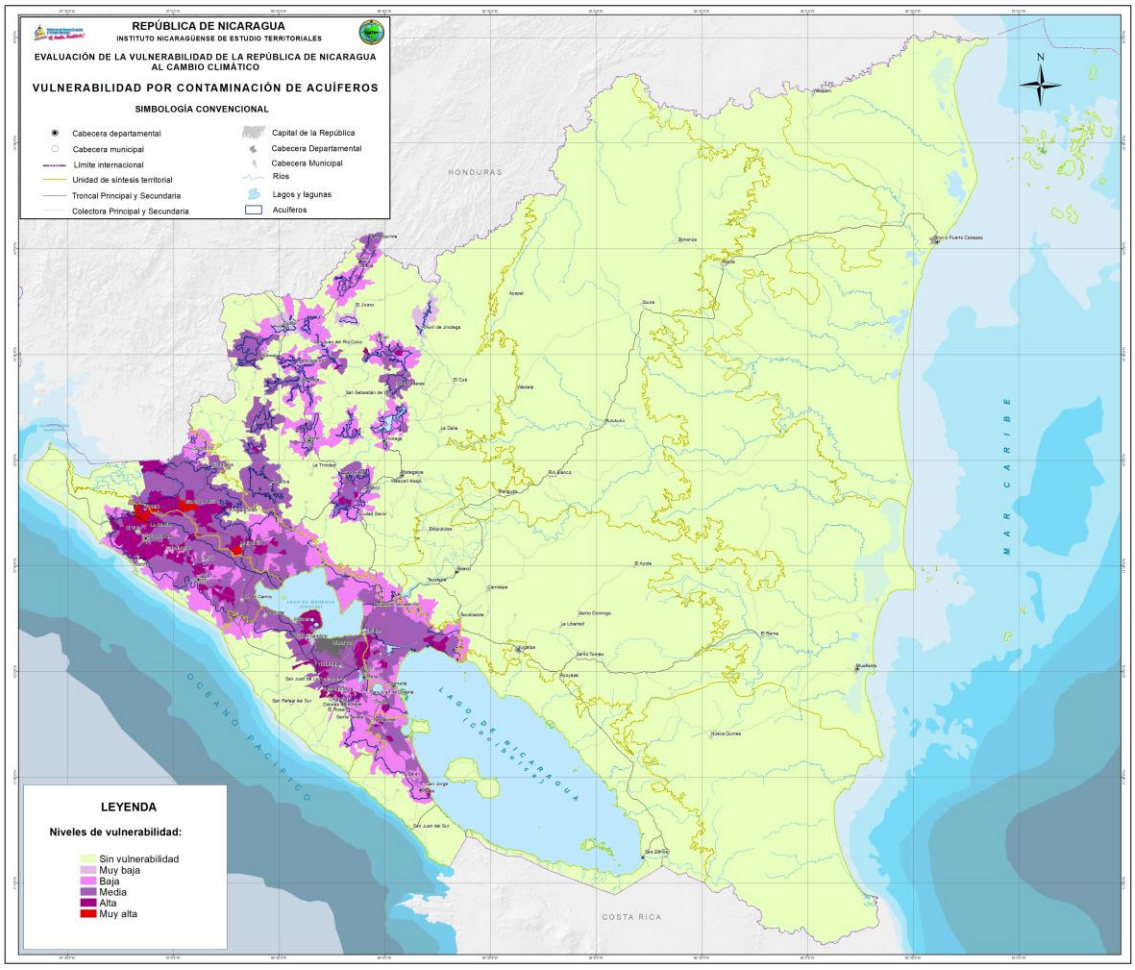


Figura 111. Vulnerabilidad de contaminación de aguas subterráneas por el uso de pesticidas

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

4.2.6.10. Vulnerabilidad por accesibilidad vial

Este indicador representa la vulnerabilidad por accesibilidad vial de las comunidades, tomando en cuenta el estado de las carreteras (pavimentadas y no pavimentadas) y su densidad. Se determinó que, en las comunidades donde predominan vías no pavimentadas y existe una baja densidad vial, el nivel de vulnerabilidad es mayor, ya que las vías sin revestimiento son más susceptibles al impacto de eventos climáticos y/o tránsito continuo de vehículos, reduciendo considerablemente la accesibilidad.

A nivel nacional el 54.33% del territorio se encuentra con una vulnerabilidad Muy alta por accesibilidad vial. Concentrándose en 1,671 comunidades, localizadas en su mayoría en la zona centro este (subzona 5A) en los municipios San José de Bocay del departamento de Jinotega; Siuna, Mulukukú, Paiwas, Waslala y Bonanza de la Costa Caribe Norte. En las zonas caribe norte y caribe centro en los municipios Puerto Cabezas, Prinzapolka,

Desembocadura de Río Grande, El Tortuguero y la Cruz de Río Grande de la RACCN. En la zona caribe sur en el municipio Bluefields de la RACCS, y, El Castillo y San Juan de Nicaragua del departamento Río San Juan.

El 11.56% del territorio nacional presenta una vulnerabilidad alta por accesibilidad vial. Distribuyéndose en 1,207 comunidades, localizadas principalmente en la zona Centro Noroeste en los municipios Jalapa, Murra, Dipilto, Santa María, Wiwilí de Nueva Segovia, Macuelizo y Quilalí del departamento Nueva Segovia; Wiwilí de Jinotega, Santa María de Pantasma, El Cuá, Jinotega y San Rafael de Norte del departamento Jinotega; El Tuma – La Dalia y San Ramón del departamento Matagalpa; San Francisco del Norte del departamento Chinandega; y, Pueblo Nuevo del departamento Estelí. En la zona Pacífico Centro (subzona 2A) en los municipios de Jinotepe, La Conquista, Diriamba y Santa Teresa del departamento Carazo; Villa El Carmen del departamento Managua; y, Granada y Nandaime del departamento Granada (Figura 112).

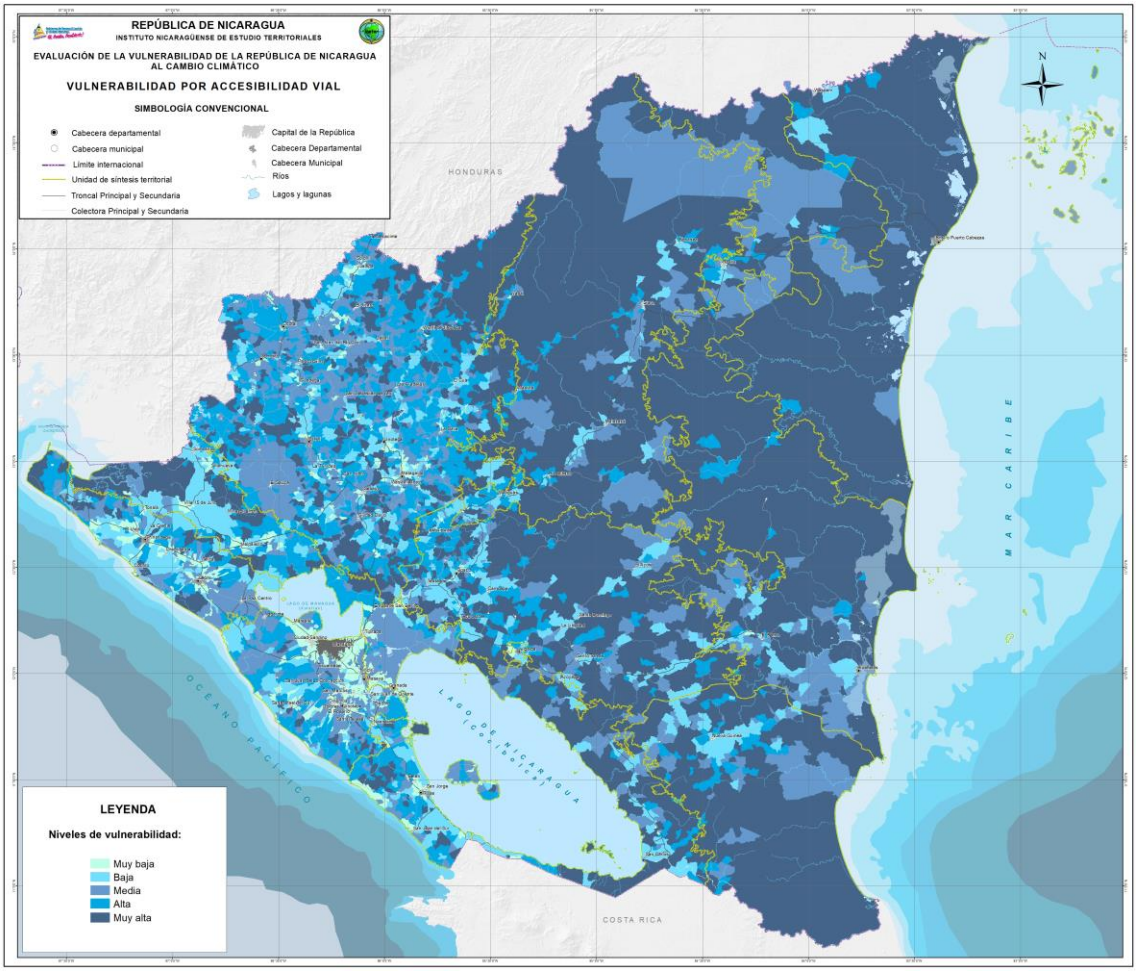


Figura 112. Vulnerabilidad por accesibilidad vial

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

4.2.6.11. Vulnerabilidad por prevalencia de enfermedades epidémicas (morbilidad)

Este indicador refleja la prevalencia de enfermedades epidémicas en el territorio nacional, relacionadas y/u originadas por condiciones sociales, ambientales y/o climáticas, determinando que aquellos municipios donde la prevalencia de una enfermedad es elevada, son más vulnerables. Para determinar la vulnerabilidad por prevalencia se analizaron y contabilizaron los registros epidemiológicos del MINSA en el período 2017 al 2021, priorizando aquellas enfermedades epidémicas con afectaciones más frecuentes en la población. Las enfermedades analizadas fueron: Malaria, Leishmaniasis, Dengue, Hepatitis A, Enfermedad de Chagas y Leptospirosis.

Para cada una de las enfermedades mencionadas se territorializaron los registros a nivel de municipios y se estableció una tasa de individuos infectados por cada 10,000 habitantes, clasificando la vulnerabilidad en función de la prevalencia en el territorio y el período de 5 años en: baja, media prevalencia, alta y muy alta prevalencia (a mayor prevalencia – mayor vulnerabilidad).

Prevalencia de Malaria

Para evaluar la incidencia de malaria en el territorio nacional fue necesario sumar los individuos afectados por malaria Vivax y la Falciparum según los registros publicados por el MINSA en las estadísticas que acompañan el mapa nacional de salud y a partir de ahí, se calculó su tasa de prevalencia cada 10,000 habitantes y se procedió a clasificar los rangos según su prevalencia, como se presenta en la Tabla 92.

Tabla 92. Incidencia de malaria en el territorio nacional

Tasas promedio de morbilidad por Malaria	Rangos de prevalencia/vulnerabilidad
< 10 Individuos enfermos cada 10,000 personas/5 años.	Baja Prevalencia – Vulnerabilidad Baja
11 - 200 Individuos enfermos cada 10,000 personas/5 años.	Media Prevalencia – Vulnerabilidad Media
201 – 1700 Individuos enfermos cada 10,000 personas/5 años.	Alta Prevalencia – Vulnerabilidad Alta
> 1701 Individuos enfermos cada 10,000 personas/5 años.	Muy Alta Prevalencia -Vulnerabilidad Muy Alta

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

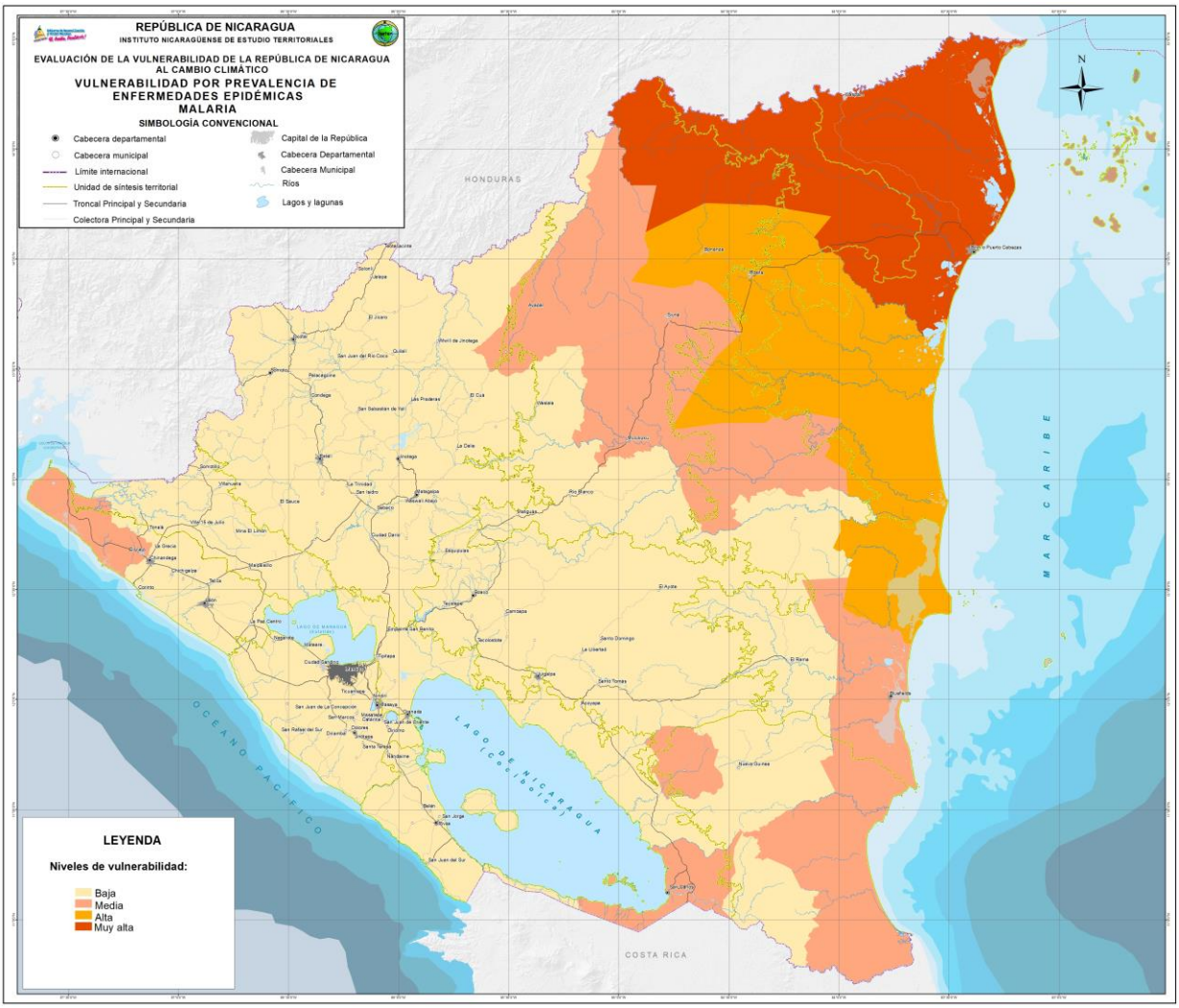


Figura 113. Vulnerabilidad por prevalencia de malaria

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

Una vez establecidos los rangos, se identificó que los municipios del país donde se concentra la mayor incidencia de la enfermedad, es en parte de los municipios del Caribe Norte, específicamente en Waspam y Puerto Cabezas con muy alta prevalencia (Muy alta vulnerabilidad) y en los municipios Bonanza, Rosita y Prinzapolka con Alta prevalencia (Alta Vulnerabilidad) y los municipios Desembocadura de Río Grande y Laguna de Perlas del Caribe Sur.

Con vulnerabilidad media se identificaron 11 municipios: municipio El Viejo, San José de Bocay, El Almendro, San Juan de Nicaragua, La Cruz de Río Grande, Kukra Hill, Mulukukú, Siuna, San Carlos, Bluefields y Corn Island.

Al analizar estos municipios con la cobertura de usos de la tierra 2018, se determinó que coinciden con zonas del territorio nacional que prestan las condiciones favorables para

el desarrollo de los mosquitos transmisores de dicha enfermedad, entre estas coberturas están: las sabanas naturales inundables del caribe norte que cubre gran parte del territorio de Waspam y Puerto Cabezas, las tierras sujetas a inundación y manglares distribuidos principalmente en Prinzapolka, Laguna de Perlas y parte de Puerto Cabezas en el caribe, y en el Municipio El Viejo - Chinandega (Figura 113).

Prevalencia por Dengue

El dengue es otra enfermedad endémica en Nicaragua. Para determinar los municipios con mayor prevalencia a nivel nacional se clasificaron las tasas promedio para los 5 años (Tabla 93).

Tabla 93. Incidencia de dengue en el territorio nacional

Tasas promedio de morbilidad por Dengue	Rangos de prevalencia/vulnerabilidad
< 10 Individuos enfermos cada 10,000 personas/5 años.	Baja Prevalencia – Vulnerabilidad Baja
11 - 40 Individuos enfermos cada 10,000 personas/5 años.	Media Prevalencia – Vulnerabilidad Media
41 – 60 Individuos enfermos cada 10,000 personas/5 años.	Alta Prevalencia – Vulnerabilidad Alta
> 61 Individuos enfermos cada 10,000 personas/5 años.	Muy Alta Prevalencia – Vulnerabilidad Muy Alta

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

De los 153 municipios, 7 municipios registraron una prevalencia Muy alta de dengue; estos son Quezalguaque, Telica, La Paz Centro y Larreynaga del departamento León; El Rosario del departamento Carazo; El Almendro del departamento Rio San Juan; y, Kukra Hill de la RACCS. También, se identificaron 22 municipios con alta prevalencia entre los que se encuentran Dolores del departamento Carazo; Chichigalpa, Corinto, El Realejo, Puerto Morazán del departamento Chinandega; La Trinidad, Estelí y Pueblo Nuevo del departamento Estelí; La Concordia del departamento Jinotega; León, El Jicaral, El Sauce, Santa Rosa del Peñón y Achuapa del departamento León; Ticuantepe, San Francisco Libre y El Crucero del departamento Managua; Catarina del departamento Masaya; Macuelizo del departamento Nueva Segovia; San Miguelito del departamento Rio San Juan; Cárdenas del departamento Rivas; y, Bluefields de la Costa Caribe Sur (Figura 114).

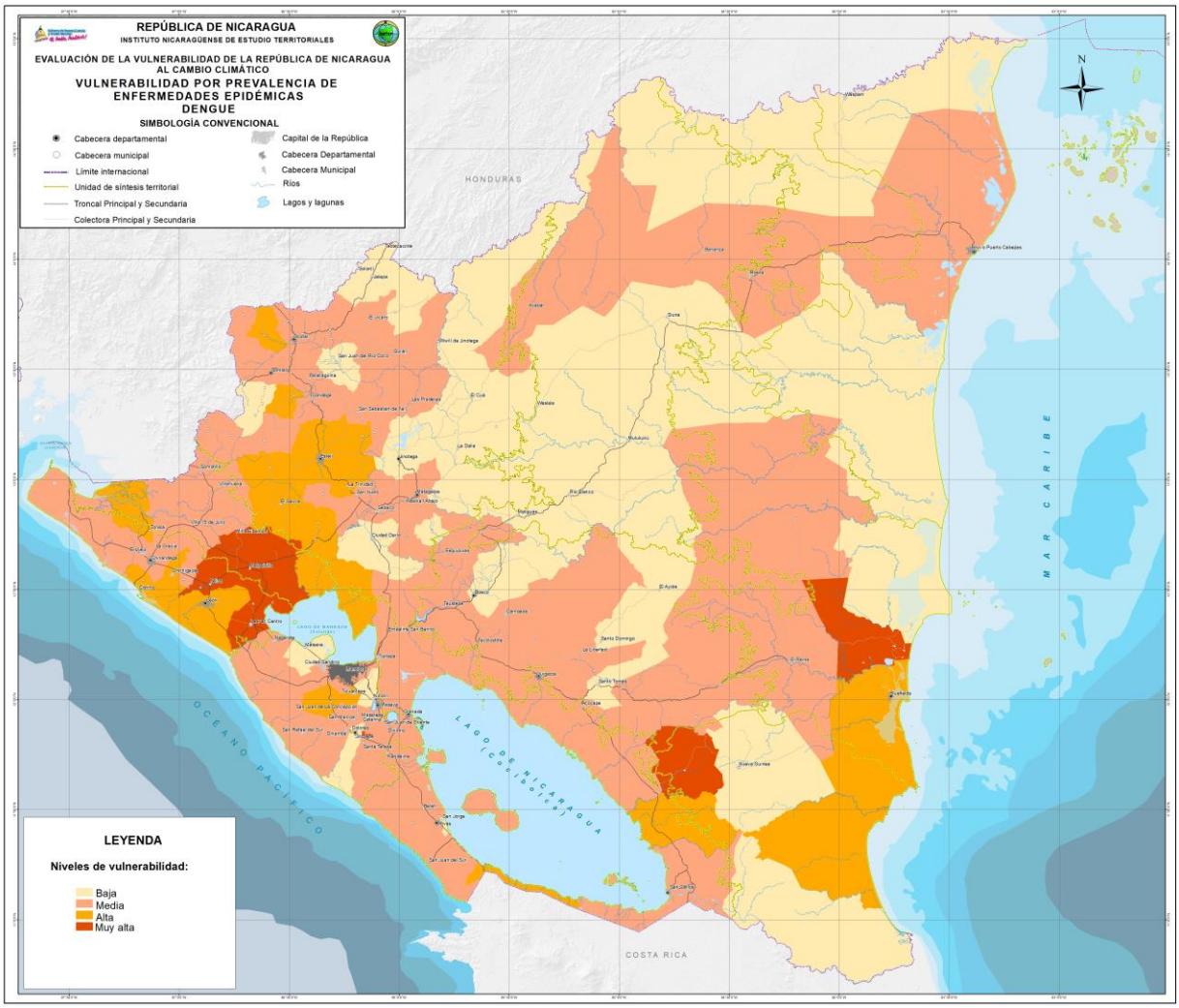


Figura 114. Vulnerabilidad por prevalencia de dengue

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

Prevalencia por Leptospirosis

Esta enfermedad está relacionada principalmente con cuerpos de agua y con el período lluvioso y las inundaciones. Los rangos utilizados para clasificar la vulnerabilidad de prevalencia, se presenta en la Tabla 94.

Tabla 94. Incidencia de leptospirosis en el territorio nacional

Tasas promedio de morbilidad por Leptospirosis	Rangos de prevalencia/vulnerabilidad
< 5 Individuos enfermos cada 10,000 personas/5 años.	Baja Prevalencia – Vulnerabilidad Baja
6 – 10 Individuos enfermos cada 10,000 personas/5 años.	Media Prevalencia – Vulnerabilidad Media
11 – 15 Individuos enfermos cada 10,000 personas/5 años.	Alta Prevalencia – Vulnerabilidad Alta
> 16 Individuos enfermos cada 10,000 personas/5 años.	Muy Alta Prevalencia – Vulnerabilidad Muy Alta

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

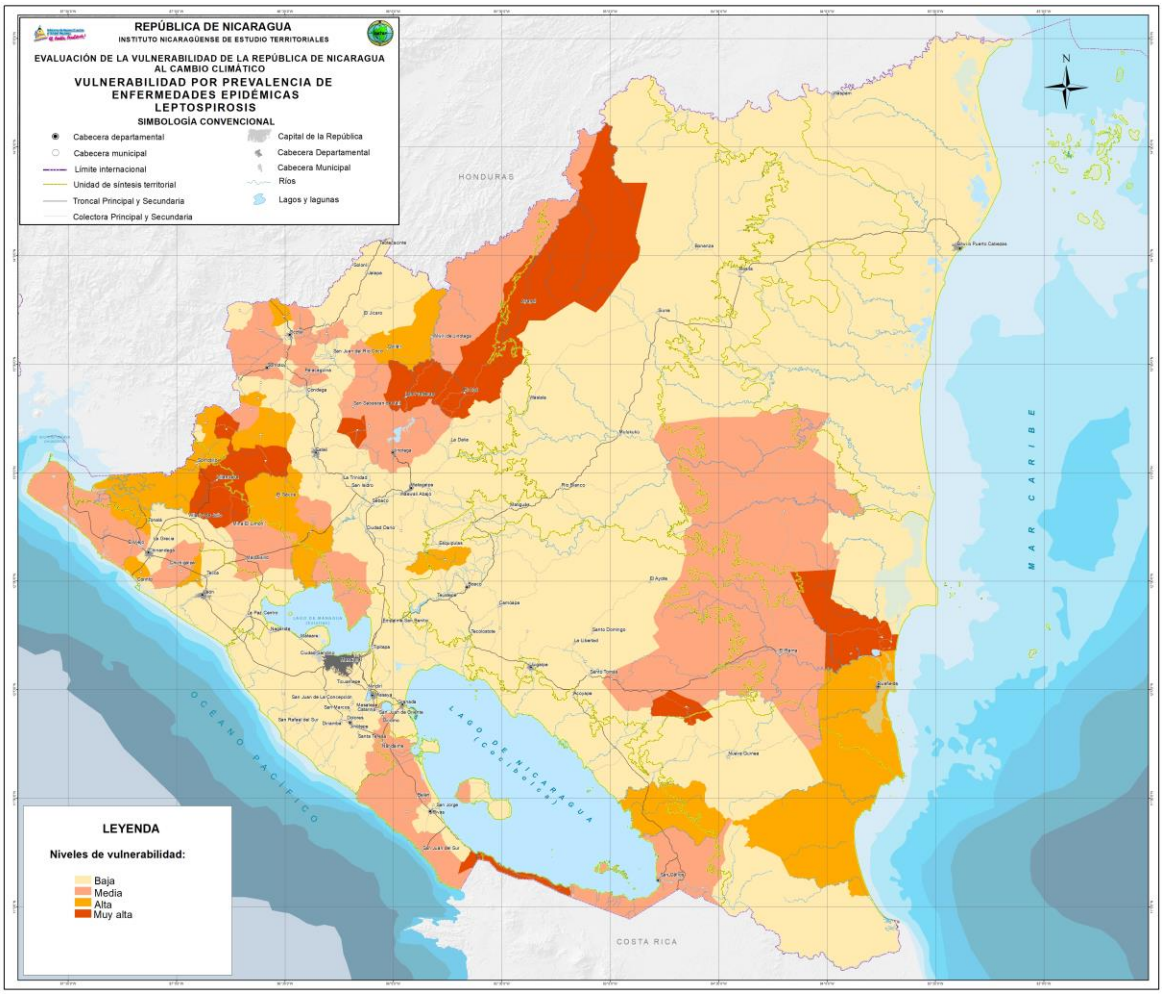


Figura 115. Vulnerabilidad por prevalencia de leptospirosis

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

En el territorio nacional se identificaron 10 municipios con muy alta prevalencia de Leptospirosis; siendo, San Francisco del Norte y Villanueva del departamento Chinandega; El Coral del departamento de Chontales; La Concordia, Santa María de Pantasma, El Cuá y San José de Bocay del departamento Jinotega; Achuapa del departamento León; Cárdenas del departamento Rivas; y, Kukra Hill de la RACCS.

También, se identificaron 16 municipios con prevalencia alta; localizados en San José de los Remates del departamento Boaco; El Realejo, Cinco Pinos, San Pedro del Norte, Puerto Morazán y Somotillo del departamento Chinandega; San Juan de Limay del departamento Estelí; Quezalguaque, El Jicaral y El Sauce del departamento León; Las Sabanas del departamento Madriz; Wiwilí de Nueva Segovia, Quilalí y Dipilto del departamento Nueva Segovia; San Miguelito del departamento Río San Juan; y, Bluefields de la Costa Caribe Sur (Figura 115).

Cabe destacar que la leptospirosis es endémica en Nicaragua y se encuentra en focos naturales, cuya existencia y permanencia a nivel territorial está determinada por las condiciones climático-geográficas y las áreas donde se concentran los animales transmisores. La bacteria para garantizar su supervivencia requiere de climas con humedad mayor al 80% y temperaturas entre los 15 – 33 °C, así como de sitios con saturación de agua en los suelos y/o sitios inundados permanente o esporádicamente como en el período lluvioso.

Prevalencia por Leishmaniasis

Esta enfermedad afecta principalmente a las personas más pobres en las zonas montañosas del país y con mayor dificultad de acceso a los servicios de salud. Los rangos utilizados para clasificar la vulnerabilidad de prevalencia se presentan en la Tabla 95.

Tabla 95. Incidencia de leishmaniasis en el territorio nacional

Tasas promedio de morbilidad por Leishmaniasis	Rangos de prevalencia/vulnerabilidad
< 10 Individuos enfermos cada 10,000 personas/5 años.	Baja Prevalencia – Vulnerabilidad Baja
11 – 50 Individuos enfermos cada 10,000 personas/5 años.	Media Prevalencia – Vulnerabilidad Media
51 – 100 Individuos enfermos cada 10,000 personas/5 años.	Alta Prevalencia – Vulnerabilidad Alta
> 100 Individuos enfermos cada 10,000 personas/5 años.	Muy Alta Prevalencia – Vulnerabilidad Muy Alta

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

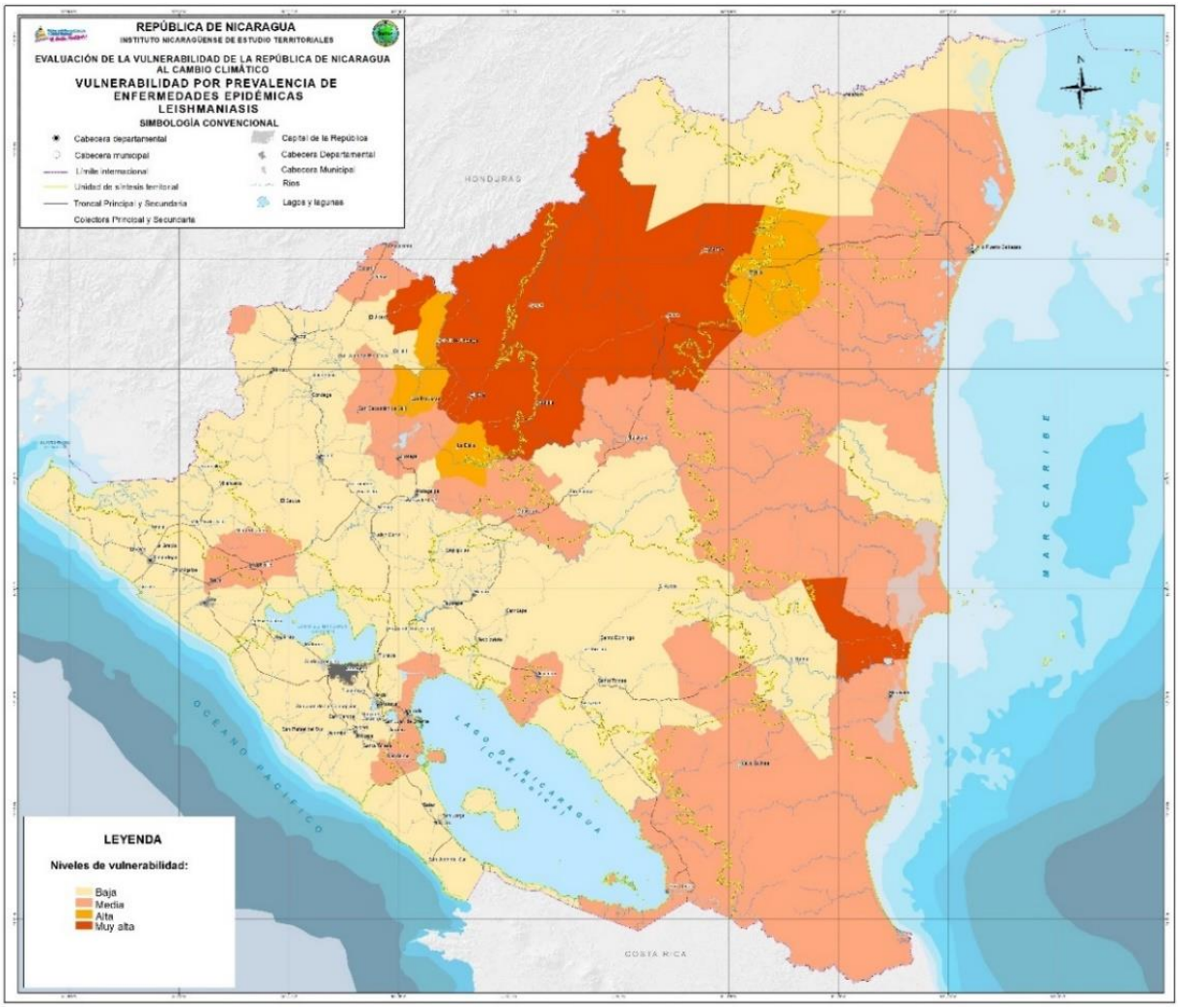


Figura 116. Vulnerabilidad por prevalencia de leishmaniasis

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

Como resultado del análisis se determinó que 9 municipios tienen muy alta prevalencia de Leishmaniasis, siendo El Cuá, Wiwilí de Jinotega y San José de Bocay del departamento Jinotega; Rancho Grande del departamento Matagalpa; Murra del departamento Nueva Segovia; Waslala, Bonanza y Siuna de la Costa Caribe Norte; y, Kukra Hill de la Costa Caribe Sur. Con alta prevalencia se registraron 4 municipios que son Santa María de Pantasma del departamento Jinotega; El Tuma – La Dalia del departamento Matagalpa; Wiwilí de Nueva Segovia del departamento Nueva Segovia; y, Rosita de la Costa Caribe Norte (Figura 116).

Prevalencia por Hepatitis A:

En Nicaragua afecta principalmente a los niños menores de 15 años y se presenta en algunas ocasiones en forma de brotes epidémicos. Los rangos utilizados para clasificar la vulnerabilidad de prevalencia se presentan en la Tabla 96.

Tabla 96. Incidencia de hepatitis A en el territorio nacional

Tasas promedio de morbilidad por Hepatitis A	Rangos de prevalencia/vulnerabilidad
< 5 Individuos enfermos cada 10,000 personas/5 años.	Baja Prevalencia – Vulnerabilidad Baja
6 -15 Individuos enfermos cada 10,000 personas/5 años.	Media Prevalencia – Vulnerabilidad Media
16-30 Individuos enfermos cada 10,000 personas/5 años.	Alta Prevalencia – Vulnerabilidad Alta
> 30 Individuos enfermos cada 10,000 personas/5 años.	Muy Alta Prevalencia – Vulnerabilidad Muy Alta

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

Como resultado del análisis, se identificaron 3 municipios con Muy alta prevalencia, estos son Dolores y El Rosario del departamento de Carazo; y La Concordia del departamento Jinotega. También, se identificaron 12 municipios con alta prevalencia, siendo San Marcos, Santa Teresa, Jinotepe y Diriamba del departamento Carazo; Estelí y Pueblo Nuevo del departamento Estelí; Jinotega, San Sebastián de Yalí y El Cuá del departamento Jinotega; Moyogalpa y Altagracia del departamento Rivas, y, Bonanza de la Costa Caribe Norte (Figura 117).

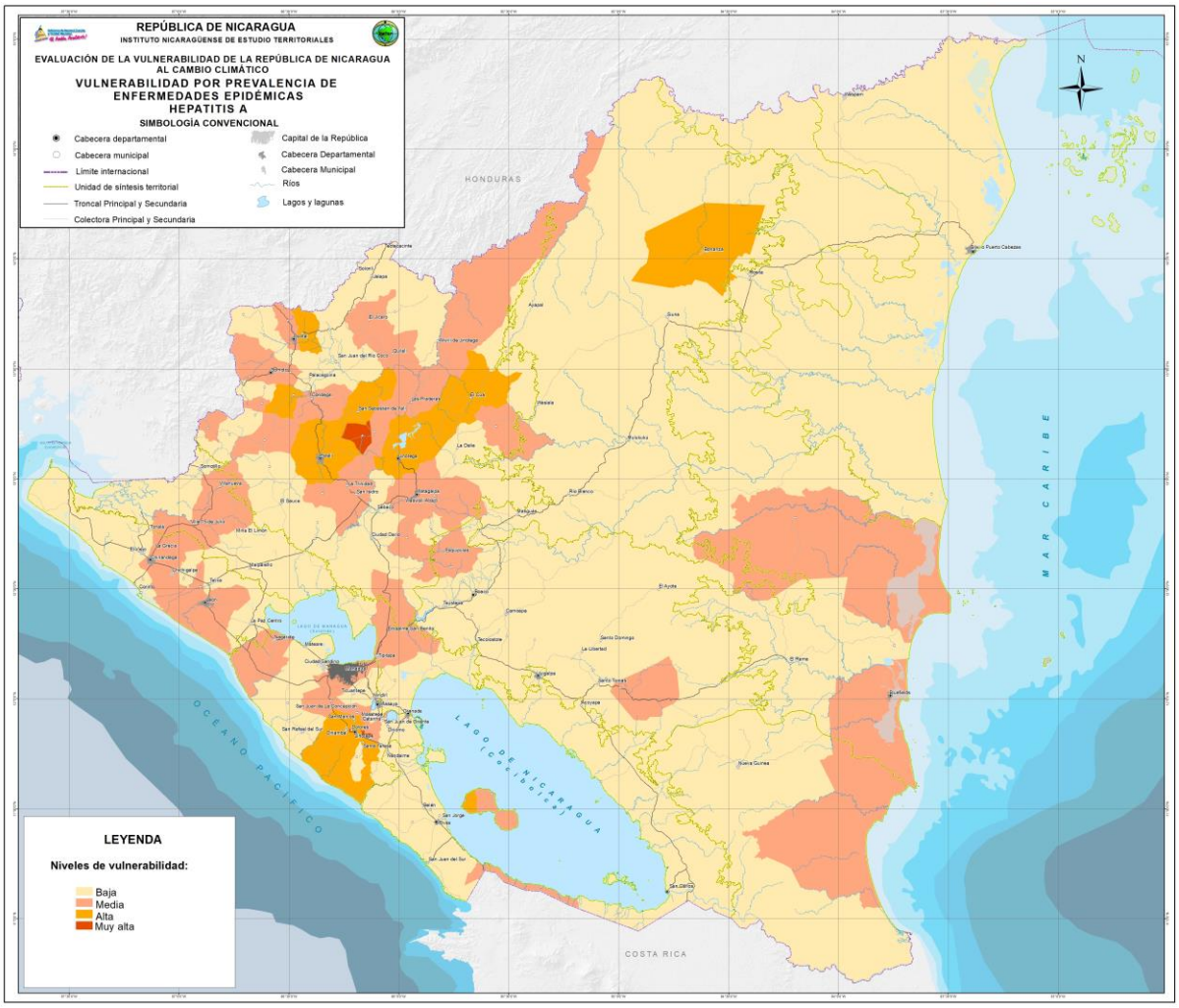


Figura 117. Vulnerabilidad por prevalencia de hepatitis A

Fuente: DGOT a partir de MINSA, 2022.

Prevalencia por Chagas

La enfermedad de Chagas es una enfermedad infecciosa endémica en Nicaragua. Los rangos utilizados para clasificar la vulnerabilidad de prevalencia se presentan en la Tabla 97.

Tabla 97. Incidencia de chagas en el territorio nacional

Tasas promedio de morbilidad por Chagas	Rangos de prevalencia/vulnerabilidad
< 3 Individuos enfermos cada 10,000 personas/5 años.	Baja Prevalencia – Vulnerabilidad Baja
04 – 05 Individuos enfermos cada 10,000 personas/5 años.	Media Prevalencia – Vulnerabilidad Media
06 – 10 Individuos enfermos cada 10,000 personas/5 años.	Alta Prevalencia – Vulnerabilidad Alta

Tasas promedio de morbilidad por Chagas	Rangos de prevalencia/vulnerabilidad
> 10 Individuos enfermos cada 10,000 personas/5 años.	Muy Alta Prevalencia – Vulnerabilidad Muy Alta

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

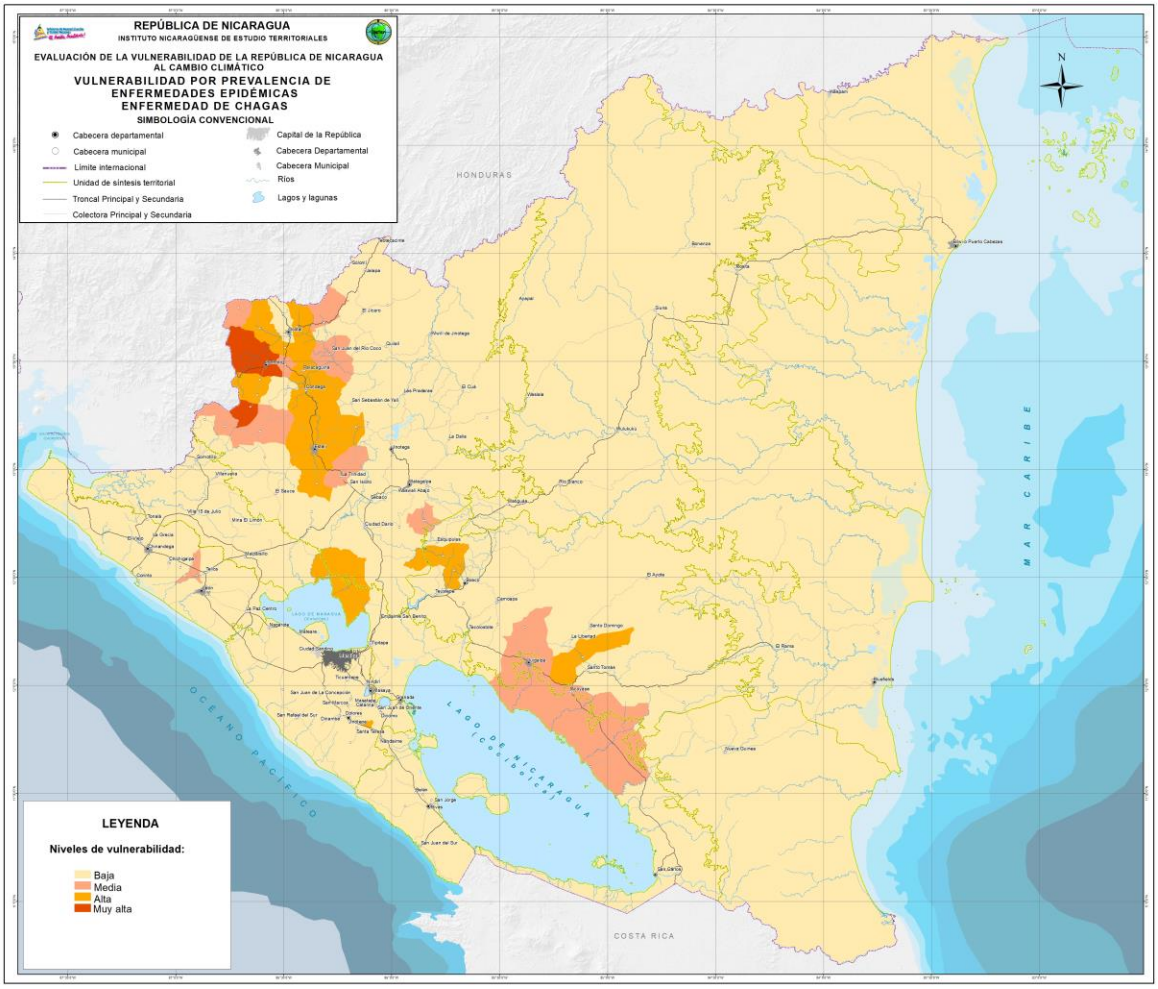


Figura 118. Vulnerabilidad por prevalencia de enfermedad de chagas

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022

Solamente en 2 de los municipios del país se registró muy alta prevalencia (muy alta vulnerabilidad) de la enfermedad, específicamente en San José de Cusmapa y Somoto del departamento de Madriz; y, con alta prevalencia se registraron en 14 municipios, estos son: San José de Los Remates y Santa Lucía del departamento Boaco; La Paz de Carazo del departamento Carazo; San Pedro de Lóvago del departamento Chontales; Condega, Estelí y San Nicolás del departamento Estelí; La Concordia del departamento Jinotega; Las Sabanas, San Lucas, Palacagüina y Totogalpa del departamento Madriz; y, Mozonte y Macuelizo del departamento Nueva Segovia (Figura 118).

4.2.7. Vulnerabilidad global (Sumatoria de vulnerabilidades por exposición y vulnerabilidades territoriales)

La vulnerabilidad global representa el estado de vulnerabilidad actual en la República de Nicaragua, combinando los indicadores de vulnerabilidad por exposición y los indicadores físicos, económicos – productivos, sociales y ambientales del territorio.

Para su construcción se aplicó el álgebra de mapas que permitió sumar todos los indicadores con sus distintos niveles de vulnerabilidad, obteniendo para cada comunidad los niveles de vulnerabilidad global que van de muy alta a muy baja. Este resultado permitió identificar las comunidades más vulnerables del país, las que deben ser priorizadas para reducir sus vulnerabilidades a través del fortalecimiento de su capacidad de adaptación y por ende su nivel de resiliencia.

A nivel nacional se identificaron un total de 2,506 comunidades que se encuentran con un nivel de vulnerabilidad global entre alto y muy alto. De estas, el 18.58% corresponde a comunidades que presentan un nivel de vulnerabilidad muy alto y el 31.95% a comunidades con un nivel de vulnerabilidad alto.

Cabe destacar que en las comunidades con estas categorías de vulnerabilidad global (alta y muy alta) inciden todos los indicadores calculados, con diferentes niveles de vulnerabilidad, según sus características biofísicas, económicas – productivas, sociales y ambientales y los grados de exposición a las distintas amenazas.

En el territorio nacional las comunidades con vulnerabilidad global alta y muy alta se distribuyen en la zona pacífico (subzona 1A) en los municipios El Viejo, Chichigalpa, Chinandega y Corinto del departamento Chinandega; en los municipios León, La Paz Centro y Telica del departamento León; en la (subzona 1B) en los municipios Puerto Morazán, Somotillo, Cinco Pinos, Santo Tomás del Norte, San Pedro del Norte y San Francisco del Norte del departamento Chinandega; y, en los municipios Quezalguaque, El Jicaral y Larreynaga del departamento León. (Figura 119).

En la zona pacífico centro (subzona 2A) en el municipio Nagarote del departamento León; en los municipios Villa El Carmen, San Rafael del Sur, Managua, Mateare y El Crucero del departamento Managua; en el municipio Nindirí del departamento Masaya; en el municipio Santa Teresa del departamento Carazo; en el municipio Granada; en la (subzona 2B) en los municipios San Francisco Libre y Tipitapa del departamento Managua.

En la zona pacífico sur (subzona 3A) en los municipios Moyogalpa, Altagracia, Tola y San Juan del Sur del departamento Rivas; (subzona 3B) los municipios Juigalpa y Acoyapa del departamento Chontales; en los municipios Morrito, San Miguelito y San Carlos del departamento Río San Juan.

En la zona centro noroeste en los departamentos Nueva Segovia, Madriz, Estelí, oeste centro de Jinotega y Matagalpa; y, en la (subzona 5B) en los departamentos Boaco, Chontales; en la (subzona 5A) en los municipios Waspam, Bonanza, Siuna, Waslala y Mulukukú de la RACCN; y, en el municipio Bocana de Paiwas de la RACCS.

En la zona caribe norte en los municipios Waspam, Puerto Cabezas y Prinzapolka de la RACCN; y, Desembocadura de Río Grande de la RACCS. En la zona caribe centro en los municipios Waspam, Rosita y Prinzapolka de la RACCN; en los municipios El Tortuguero, Laguna de Perlas, Kukra Hill, El Rama y Bluefields de la RACCS. En la zona caribe sur en los municipios El Almendro, El Castillo y San Juan de Nicaragua del departamento Río San Juan; y, Nueva Guinea y Bluefields de la RACCS.

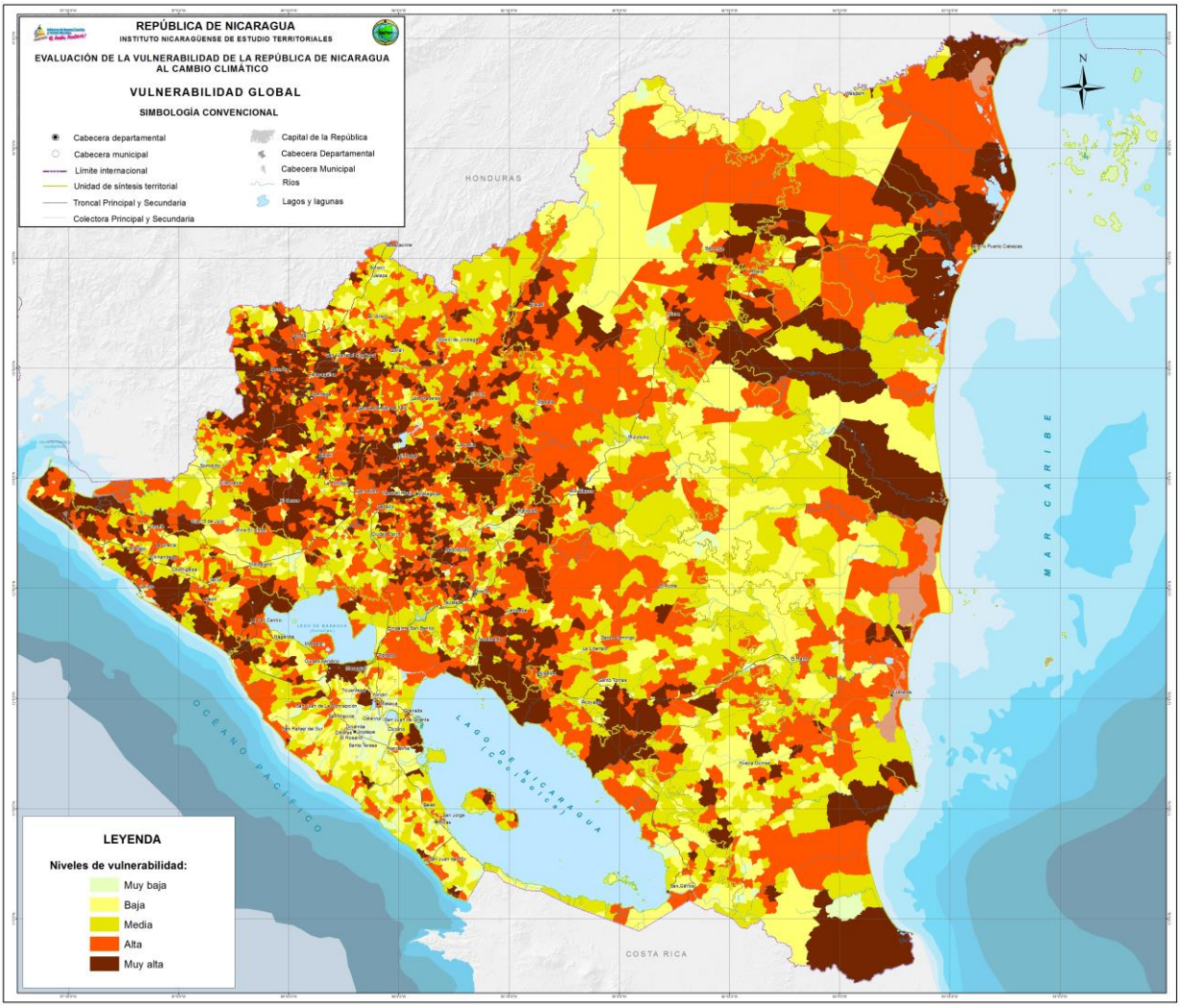


Figura 119. Vulnerabilidad global en el territorio nacional

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) - INETER, 2022.

5 Pérdidas y Daños

Según el Índice de Riesgo Climático Global (Germanwatch, 2017), Nicaragua se ubica a nivel histórico (1996-2015) entre los cinco países más expuestos y vulnerables del mundo a eventos climáticos extremos, condición que se confirma cuando se valoran las pérdidas y daños ocasionados a causa de sus impactos.

Nicaragua ha propuesto en distintos foros multilaterales la necesidad de declarar a Centroamérica y el Caribe como regiones altamente vulnerables a eventos climáticos extremos; considerando la frecuencia e intensidad de estos en las últimas décadas y las condiciones de desigualdad estructural que las afectan y refuerzan su sensibilidad a los impactos del cambio climático. Además, defiende la posición de evitar valorar a los Estados vulnerables por razones climáticas como amenazas para la seguridad de otros Estados, ni a la "vulnerabilidad climática" como justificación para la intervención política o militar contra los Estados más sensibles, a los impactos del cambio climático.

A nivel internacional, se ha adoptado el término "Pérdidas y Daños" con el objetivo de hacer frente a las pérdidas y los daños relacionados con las repercusiones del cambio climático, incluidos los fenómenos extremos y los de evolución lenta en los países en desarrollo que son particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático (IPCC, 2019).

En este capítulo, se presenta una primera aproximación de las principales pérdidas y daños económicos causados por los efectos de fenómenos hidrometeorológicos extremos ocurridos durante el período 2000 al 2020 en Nicaragua.

A continuación, se presentan los principales conceptos y definiciones sobre Pérdidas y Daños (P&D):

- **Pérdidas y Daños (P&D) asociados al cambio climático:** se definen como los costos residuales que no se evitan mediante la adaptación y mitigación (UNFCCC, 2013), y hace referencia a los efectos negativos del cambio climático a los que la sociedad no ha logrado hacer frente o adaptarse.

  Se refieren tanto a los impactos provocados por fenómenos extremos, como huracanes y olas de calor, como fenómenos que se manifiestan de forma gradual, como el aumento del nivel del mar y la desertificación. Éstos suelen considerarse a nivel micro, en su mayoría se estiman en el nivel geográfico en el que ocurren. Por ejemplo, los daños locales pueden ser evaluados con modelos de desastres. Los daños también pueden estimarse con análisis empíricos, por ejemplo, las destrucciones de bienes de hogar y daños físicos agregados (Botze et al., 2019). Las evaluaciones de daños y pérdidas también se expresan en términos monetarios con el propósito de su incorporación en estrategias y políticas financieras para la reducción del riesgo de desastres (Van y Schindler, 2017).

- **Daños:** relaciona la valoración, costo de reparación o reconstrucción del sistema afectado por el desastre, los daños señalan que lo impacto por un evento adverso del cambio climático puede ser recuperado, por ejemplo, la salud de las personas, los sectores productivos o la infraestructura de la ciudad (Schäfer y Sönke, 2014, FAO, 2021).
- **Pérdidas:** se entiende como los daños imposibles de reparar y que tienen un impacto económico directo en relación con el Producto Interno Bruto como consecuencia del desastre. Para calcular las pérdidas primero se evalúa el daño (Schäfer y Sönke, 2014, FAO, 2021).
- **Desastre:** alteración grave del funcionamiento normal de una comunidad o una sociedad debido a los fenómenos físicos peligrosos que interactúan con las condiciones sociales vulnerables, dando lugar a efectos humanos, materiales, económicos o ambientales adversos generalizados que requieren una respuesta inmediata a la emergencia para satisfacer las necesidades humanas esenciales, y que puede requerir apoyo externo para la recuperación (IPCC, 2019).
- **Vulnerabilidad:** nivel al que un sistema es susceptible, o no es capaz de soportar los efectos adversos del Cambio Climático, incluida la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad, y su capacidad de adaptación (LGCC - DOF,2020).
- **Evento extremo:** fenómeno meteorológico raro en un determinado lugar y época del año (IPCC, 2013). Alteraciones en las variables climáticas con valores que se ubican por encima de umbrales en los extremos inferior o superior de un rango de mediciones históricas. Se considera extremo cuando se desvía de la media en más de dos desviaciones estándar. Niveles de temperatura y precipitación que se encuentren en los extremos de la distribución se consideran eventos atípicos.
- **Eventos de evolución lenta:** procesos o cambios que se desarrollan gradualmente con el tiempo (Van der Geest y Van den Berg, 2021). Incluyen incrementos en la temperatura, desertificación, degradación de los bosques, pérdida de biodiversidad, incremento del nivel del mar, acidificación de los océanos y salinización. Las sequías, aunque se consideran eventos extremos están cerca de este conjunto.
- **Tipos de desastres:** la Estrategia Internacional de las Naciones Unidas para la Reducción de Desastres (UNDDR, 2009), agrupa a los desastres en cuatro categorías: 1) dinámicos internos de la tierra, 2) dinámicos externos de la tierra, 3) meteorológicos e hidrológicos, y 4) de origen biológico.

- Categoría 1: corresponden a los fenómenos geofísicos propios de la dinámica de la tierra y que no pueden evitarse como sismos, maremotos, erupciones.
- Categoría 2: corresponden a fenómenos geofísicos que podrían evitarse como deslizamientos, derrumbes, aluviones.
- Categoría 3: se relaciona con variaciones en la temperatura de la atmósfera y los océanos.
- Categoría 4: se originan por la proliferación de agentes como bacterias, virus y toxinas.

5.1. Evaluación de Pérdidas y Daños (DaLa)

Se utilizó la metodología de Evaluación de Pérdidas y Daños (DaLa, por sus siglas en inglés) desarrollada por CEPAL para estimar las P&D ocasionadas por los eventos hidrometeorológicos extremos ocurridos en Nicaragua. Esta metodología considera la evaluación en la economía general del país afectado usando las estadísticas y cuentas nacionales del Gobierno. También, factoriza sobre el impacto de los desastres en los medios de vida e ingresos individuales para definir las necesidades de recuperación y reconstrucción.

La metodología DaLa considera las siguientes actividades:

1. Identificación de eventos hidrometeorológicos registrados en la Base de Datos Internacional sobre Desastres (EM-DAT, por sus singlas en inglés) compilada por el Centro para la Investigación de la Epidemiología de los Desastres (CRED) y la Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero. También, recopila información de las bases de las aseguradoras Múnich RE y Swiss RE.
2. Búsqueda de datos históricos sobre daños y pérdidas en bases de datos internacionales (GIIDE, ReliefWeb) y nacionales (BCN, SINAPRED, INIDE).
3. Selección de eventos a ser evaluados en base a:
    - Registro en EM-DAT.
    - Disponibilidad de datos e información secundaria (históricos).
4. Búsqueda de estadísticas macroeconómicas (Reportes Anuales del Banco Central, INIDE).
5. Búsqueda de flujos de ayuda internacional para eventos específicos.
6. Aplicación de la metodología DaLa de acuerdo con la disponibilidad de datos.

7. Estimación de pérdidas de acuerdo a método usado por la Iniciativa de Evaluación y Financiamiento del Riesgo de catástrofe (PCRAFI, por sus siglas en inglés).

5.2. Mecanismos Internacionales sobre Pérdidas y Daños

Nicaragua mantiene su posición internacional sobre la justicia climática con reparación para abordar las P&D generadas por los efectos del cambio climático. En este sentido, el país forma parte del Mecanismo Internacional de Varsovia y el Marco de Sendai, de los cuales, se espera que contribuyan en fortalecer las capacidades para gestionar el riesgo y obtener apoyo financiero para hacer frente a los eventos meteorológicos extremos. A continuación, se describen aspectos generales de cada mecanismo:

- El **Mecanismo Internacional de Varsovia (MIV)**, fue establecido en 2013 para abarcar las pérdidas y daños por impactos del cambio climático, incluyendo eventos extremos y eventos de inicio lento en países en desarrollo que son particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático. Las funciones son:
    - Mejorar el conocimiento y la comprensión de los enfoques integrales de gestión del riesgo para hacer frente a las pérdidas y los daños relacionados con los efectos adversos del cambio climático, incluidas las repercusiones graduales.
    - Fortalecer el diálogo, la coordinación, la coherencia y las sinergias entre los interesados pertinentes.
    - Intensificar las medidas y el apoyo, entre otras cosas en lo referente a la financiación, la tecnología y el fomento de la capacidad, para hacer frente a las pérdidas y los daños relacionados con los efectos adversos del cambio climático.
- El **Marco de Sendai** se adoptó en la tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas, celebrada del 14 al 18 de marzo de 2015 en Sendai, Miyagi (Japón). Es el instrumento sucesor del Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015: Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres. El Marco de Sendai persigue la reducción sustancial del riesgo de desastres y de las pérdidas ocasionadas por los desastres, tanto en vidas, medios de subsistencia y salud como en bienes económicos, físicos, sociales, culturales y ambientales de las personas, las empresas, las comunidades y los países. Su principal objetivo es:
    - Prevenir la aparición de nuevos riesgos de desastres y reducir los existentes, implementando medidas integradas e inclusivas de índole

económica, estructural, jurídica, social, sanitaria, cultural, educativa, ambiental, tecnológica, política e institucional que prevengan y reduzcan el grado de exposición a las amenazas y la vulnerabilidad a los desastres, y a la vez, aumenten la preparación para la respuesta y la recuperación, reforzando así, la resiliencia.

5.3. Marco nacional de políticas vinculadas a Pérdidas y Daños

Las consecuencias históricas de los desastres y los registros por pérdidas de vidas humanas y materiales asociadas a impactos acumulados, espacial y temporalmente, por eventos hidrometeorológicos y climáticos, colocan a Nicaragua dentro de los primeros países de América Latina y el Caribe y con las mayores manifestaciones intensivas del riesgo (SINAPRED 2013).

En este sentido, con la aprobación de la Ley 337 creadora del Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (SINAPRED) en marzo del año 2000, el Gobierno de Nicaragua estableció las pautas para el trabajo en la prevención, mitigación y atención de desastres en el país. El sistema mantiene sus estructuras regionales, departamentales, municipales y locales.

Dentro del marco normativo, se incluye la Política Nacional de Gestión Integral del Riesgo (PNGR), con vigencia hasta el 2015[26]. La cual, tiene como objetivo reducir el riesgo generado por las amenazas de fenómenos naturales, antropogénicos y de cambio climático que afectan la seguridad de la ciudadanía, sus bienes y los del país, a través de la construcción de una cultura de prevención en los distintos actores sociales, considerando la equidad de género y la multiculturalidad. Esta política se complementa con otras de carácter público, tales como:

- Política Ambiental de Nicaragua: entre sus principios rectores encontramos el uso sostenible de los recursos naturales y de la biodiversidad. Contribuye a mejorar la calidad de la vida reduciendo la brecha de pobreza y vulnerabilidad ambiental y que el criterio de prevención debe prevalecer sobre cualquier otro en la gestión ambiental.
- La Política Nacional de los Recursos Hídricos (PNRH): es el instrumento maestro de la gestión integral del recurso hídrico y se orienta a la más eficaz, productiva y racional gestión del agua, la conservación de los recursos naturales y del medio ambiente.

[26]La Política Nacional de Gestión Integral de Riesgo de la República de Nicaragua se encuentra disponible en la SE-SINAPRED.

- Política de Seguridad y Soberanía Alimentaria: diseñada en respuesta a la problemática de alta vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria nutricional y desnutrición crónica infantil de la población nicaragüense. Para tratar de reducir las brechas de género y garantizar que los derechos de las mujeres se vean reflejados en los programas fundamentales del Gobierno, en este campo de la soberanía alimentaria el bono productivo entregado a las mujeres ha sido uno de sus instrumentos.
- Plan Nacional de Desarrollo Humano (2012-2016): incorpora políticas sociales que se definen como medios para el bienestar de la población para alcanzar el desarrollo humano sostenible y la equidad social en Nicaragua.
- Plan Nacional de Lucha Contra la Pobreza y para el Desarrollo Humano (2022-2026): contiene políticas, estrategias y acciones transformadoras, que ratifican la ruta de crecimiento económico, la defensa y restitución de los derechos de las familias nicaragüenses con reducción de la pobreza y las desigualdades. Contiene 12 lineamientos estratégicos esenciales para seguir cambiando Nicaragua, dando continuidad a las políticas, programas y proyectos exitosos que se han desarrollado. Además, incorpora nuevos elementos para responder al complejo contexto mundial y nacional.
- Política Centroamericana de Gestión Integral de Riesgo de Desastres (PCGIR) (2015-2030): es el instrumento de política pública regional especializada en materia de gestión de riesgos de desastres. Los contenidos están estructurados en cinco Ejes Articuladores: i) reducción del riesgo de desastres en la inversión pública y privada para el desarrollo económico sostenible; ii) desarrollo y compensación social para reducir la vulnerabilidad; iii) gestión del riesgo de desastres y su relación con el cambio climático; iv) gestión territorial, gobernabilidad y gobernanza; v) gestión de los desastres y recuperación.

Con la finalidad de atender y dar respuesta a las P&D, Nicaragua tiene entre sus prioridades fortalecer la gestión fiscal ante el riesgo de desastres y los efectos adversos del cambio climático con el fin de mantener el equilibrio fiscal y la sostenibilidad de la deuda pública. El PNGR establece en la actividad 1.4.1. “Elaborar una estrategia nacional de transferencia de riesgo que involucre los diferentes sectores y actores”, para ello, se ha elaborado la Estrategia de Protección Financiera como instrumento de la PNGR, que define un marco orientador sobre la planeación y organización de diversas fuentes de financiamiento que dotarán de recursos la ejecución e implementación de las diferentes acciones vinculadas (prevención, mitigación, atención y reconstrucción) a la gestión de riesgos y desastres, para reducir la vulnerabilidad fiscal y propiciar la recuperación de la economía post desastre.

5.4. Pérdidas y Daños económicos por eventos hidrometeorológicos extremos (2000 – 2020)

Existen 38 eventos de origen hidrometeorológico extremo registrados para el período del 2000 al 2020 en la base de datos EM-DAT, sin embargo, solo 17 cumplen con los criterios de evaluación: 10 o más personas fallecidas, 100 o más personas afectadas, declaración de estado de emergencia y solicitud de asistencia internacional (Tabla 98).

Los costos financieros de las P&D se clasificaron en diferentes sectores afectados: Agropecuario, Industria y comercio, Energía, Agua y saneamiento, Medio ambiente, Salud, Vivienda y asentamientos, Educación, Transporte, Comunicaciones, Turismo y Ayuda externa recibida.

Tabla 98. Eventos hidrometeorológicos extremos (2000 – 2020)

Año	Tipo de evento	Nombre del Evento	Total (Personas afectadas)	Total (U$)
1998	Huracán	Mitch	4,453,583	1,262,700,000
2001	Sequía	-	188,000	49,976,679.86
2001	Huracán	Michelle	24,866	1,462,000.00
2002	Inundación	-	10,542	3,823,707.00
2005	Tormenta	Beta	39,200	26,725,829.94
2007	Huracán	Félix	188,726	969,394,253.00
2008	Inundación	Alma / Tropical Depression Sixteen	10,663	7,590,596.00
2009	Huracán	Ida	19,897	7,254,870.00
2010	Inundación	Agatha	ND	4,506,931.00
2010	Tormenta	Mathew	71,000	60,000.00
2011	Inundación	Depresión Tropical 12E	143,018	257,786,929.42
2014	Sequía	-	460,000	50,686,853.00
2016	Huracán	Otto	10,570	300,141,064.12
2017	Tormenta	Tropical depression'16 /Hurricane'Nate'	39,200	522,456.00
2018	Sequía e Inundación	-	ND	46,973,885.00
2019	Sequía	-	ND	15,609,775.00
2020	Huracán	Eta y Iota	930.000	995,041,439.00

ND: No hay datos

Fuente: Elaboración propia sobre la base de las estadísticas la base de datos EM-DAT y Servicio de Monitoreo Financiero (FTS, por sus siglas en inglés).

Los resultados indican que las P&D más importantes contabilizadas corresponden a los eventos: Huracán Mitch (1998), Huracanes Eta e Iota (2020), Huracán Félix (2007), Huracán Otto (2016) y Depresión Tropical 12E (2011). Estos eventos generaron un impacto económico y social considerable, tanto en pérdidas materiales como en vidas humanas.

Los eventos de sequía también representan P&D importantes (alrededor de $50 millones) y probablemente estén subestimados debido a la falta de información y los efectos menos visibles a largo plazo (malnutrición, aumento de costos de alimentos, etc).

Las pérdidas no económicas en su mayoría sobrepasan por mucho las pérdidas y daños económicos. Sin embargo, se encontró poca información al respecto, por tal razón, no se consideró en este primer ejercicio de evaluación de P&D.

A continuación, se describe el detalle de cada evento hidrometeorológico extremo analizado.

- **Huracán Mitch**

El Mitch se originó el 22 de octubre de 1998 como tormenta tropical a 600 km al sur de Jamaica y se convirtió rápidamente en huracán, alcanzando la categoría V de la escala internacional de Saffir-Simpson; lo que favoreció la formación de un centro de baja presión frente a la costa nicaragüense en el Pacífico. En dos días, las poblaciones del norte, centro y oeste de Nicaragua sufrieron lluvias torrenciales por encima de marcas históricas (Urroz et al.,1999).

Los departamentos más afectados por los impactos del huracán, en función del nivel de daño causado en sus municipios, ordenados de mayor a menor afectación fueron: La RACCN, Nueva Segovia, RACCS, Madriz, Jinotega, Chontales, Río San Juan, Matagalpa y Estelí (Otter y Zamora, 2004).

Durante este evento, cifras estadísticas ayudan a comprender el sufrimiento individual y colectivo del pueblo nicaragüense, este fenómeno dejó 2,515 muertos, 885 desaparecidos, 867,752 damnificados y más de 36,368 viviendas afectadas. Se estima que solamente en el deslave del volcán Casita se perdieron la vida 2,000 personas.

Durante este huracán, se afectaron 4,453,583 de personas, generando daños directos económicos de aproximadamente 1,262 billones de dólares distribuidos en infraestructura vial; vivienda; energía eléctrica; comunicaciones; agua potable y alcantarillados; educación; salud; pecuario; forestal; pesquero y sector privado.

- **Sequía 2001**

Entre mayo y agosto de 2001, se produjo en Centroamérica un evento hidrometeorológico anormal, durante el cual las lluvias se redujeron a niveles inferiores, tanto en relación con el promedio histórico como con las necesidades hídricas de la población, los servicios y la producción (Tabla 99).

Como se sabe, la precipitación en la vertiente del Pacífico de Centroamérica acusa una marcada estación seca entre noviembre y abril, seguida por una lluviosa entre mayo y octubre, si bien se produce además una disminución de la lluvia entre julio y agosto, lo que se conoce como veranillo o canícula, siendo los meses de junio, septiembre y octubre los de mayor precipitación pluviosa. En la vertiente del Atlántico, en cambio, no ocurre sino una ligera disminución de la precipitación entre enero y abril. La sequía de 2001 fue significativa en diversas áreas ubicadas en la vertiente del Pacífico y en otras zonas correspondientes al Atlántico (CEPAL 2015a y CCAD, 2002).

Tabla 99. Estimación de pérdidas y daños económicas por Sequía 2001

Sector	P&D (US$)
Agropecuario	36,759,003.86
Industria y comercio	4,902,200.00
Energía	6,300,000.00
Agua y saneamiento	ND
Medio ambiente	ND
Salud	ND
Vivienda y asentamientos	ND
Educación	ND
Transporte	ND
Comunicaciones	ND
Turismo	ND
Ayuda externa	2,015,476.00
Total estimado	**49,976,679.86**

ND: No hay datos

Fuente: Elaboración propia sobre la base de las estadísticas la base de datos EM-DAT y Servicio de Monitoreo Financiero (FTS, por sus siglas en inglés).

- **Huracán Michelle 2001**

El Huracán Michelle fue una potente tormenta que se formó el 1 de noviembre del 2001 cerca de Cabo Gracias a Dios en Nicaragua. Se dirigió al norte, y se fortaleció rápidamente, alcanzando Categoría 4 el 4 de Noviembre (CAPRA, 2007) (Tabla 100).

Tabla 100. Estimación de pérdidas y daños económicas por Huracán Michelle 2001

Sector	P&D (US$)
Agropecuario	ND
Industria y comercio	ND
Energía	ND
Agua y saneamiento	ND
Medio ambiente	ND
Salud	ND
Vivienda y asentamientos	ND
Educación	ND
Transporte	ND
Comunicaciones	ND
Turismo	ND
Ayuda externa	1,462,000.00
Total estimado	1,462,000.00

ND: No hay datos

Fuente: Elaboración propia sobre la base de las estadísticas la base de datos EM-DAT y Servicio de Monitoreo Financiero (FTS, por sus siglas en inglés).

- **Inundaciones 2002**

El desplazamiento de la Onda Tropical N°8 por el Sur provocó lluvias continuas en todo el país, siendo la mayor afectada la franja del Océano Pacífico. Entre los daños causados por las lluvias esta la destrucción de 5 puentes, 589 casas inundadas, 2,430 familias afectadas y 290 familias ubicadas en refugios del Pacífico (Tabla 101).

Tabla 101. Estimación de pérdidas y daños económicas por Inundaciones 2002

Sector	P&D (US$)
Agropecuario	ND
Industria y comercio	ND
Energía	ND
Agua y saneamiento	ND
Medio ambiente	ND
Salud	ND
Vivienda y asentamientos	ND
Educación	ND
Transporte	ND
Comunicaciones	ND

Sector	P&D (US$)
Turismo	ND
Ayuda externa	3,823,707.00
Total estimado	**3,823,707.00**

*ND: No hay datos

Fuente: Elaboración propia sobre la base de las estadísticas la base de datos EM-DAT y Servicio de Monitoreo Financiero (FTS, por sus siglas en inglés).

- **Huracán Beta e inundaciones 2005**

Toco tierra el 30 de Octubre del año 2005 cerca de Karabal y Sandy Bay como un huracán categoría 2 (USAID, 2005). El Gobierno de Nicaragua reportó 17,812 personas desplazadas; 36,500 personas afectados y 506 viviendas destruidas e infraestructura dañada. Ese mismo año las precipitaciones anormales causaron el desbordamiento del río Coco, afectando a 4,780 personas en la RACCN. Asimismo, la tormenta tropical Stan afectó a 840 personas en Estelí, Chinandega y Jinotega (USAID, 2005) (Tabla 102).

Tabla 102. Estimación de pérdidas y daños económicas por Huracán Beta 2005

Sector	P&D (US$)
Agropecuario	4,000,000.00
Industria y comercio	ND
Energía	ND
Agua y saneamiento	ND
Medio ambiente	ND
Salud	ND
Vivienda y asentamientos	1,600,000.00
Educación	ND
Transporte	17,931,858.94
Comunicaciones	ND
Turismo	ND
Ayuda externa	1,831,729.00
Otros gastos asociados al evento	1,362,242.00
Total estimado	**26,725,829.94**

*ND: No hay datos

Fuente: Elaboración propia sobre la base de las estadísticas la base de datos EM-DAT y Servicio de Monitoreo Financiero (FTS, por sus siglas en inglés).

- **Huracán Félix 2007**

Con vientos máximos de 260 km/h, tocó tierra en la costa noreste de Nicaragua el 4 de septiembre de 2007. El vértice de la tormenta pasó muy cerca de Punta Gorda, en el noreste de Nicaragua, y a unos 16 kilómetros de Puerto Cabezas. La RACCN fue la más afectada por el huracán Félix, y el 5 de septiembre el presidente de la República declaró un Estado de Desastre para la región. Unas 200,000 personas fueron afectadas (UN Nicaragua, 2007) (Tabla 103).

Tabla 103. Estimación de pérdidas y daños económicas por Huracán Félix 2007

Sector	P&D (US$)
Agropecuario	46,800,000.00
Industria y comercio	ND
Energía	3,600,000.00
Agua y saneamiento	1,700,000.00
Medio ambiente	599,000,000.00
Salud	8,800,000.00
Vivienda y asentamientos	7,780,000.00
Infraestructura	149,100,000.00
Educación	7,700,000.00
Comunicación y transporte	143,800,000.00
Turismo	ND
Ayuda externa	ND
Otros gastos asociados al evento	41,566,797.00
Total estimado	**969,394,253.00**

ND: No hay datos

Fuente: Elaboración propia sobre la base de las estadísticas la base de datos EM-DAT y Servicio de Monitoreo Financiero (FTS, por sus siglas en inglés).

- **Inundaciones 2008 (Tormenta Alma y Depresión Tropical No. 16)**

SINAPRED reportó los siguientes eventos hidrometeorológicos en el año 2008:

1. Tormenta Tropical Alma, que impactó Nicaragua a finales de mayo y que extendió la situación de emergencia durante todo el período lluvioso, afectó a unas 6,400 personas de la región occidental del país (Tabla 104).
    - Inundaciones provocadas por el desborde del Río Escondido en El Rama en los meses de junio y julio provocando la afectación de unas 375 personas.

- Las Ondas Tropicales 10, 11 y 12 ocurridas en el mes de julio y que afectaron unas 24,801 personas de la RACCS y el municipio de Prinzapolka en la RACCN.
- Una zona de convergencia intertropical que afectó a unas 847 personas del departamento de León a inicios del mes de septiembre.
- Las ondas tropicales de la 34 a la 39, asociadas a la Depresión Tropical 16, ocurridas en septiembre y octubre afectando a 14 departamentos del país (50 municipios). Generando inundaciones en los departamentos de León y Chinandega, donde se reportaron 9 muertes, 11, 433 personas afectadas y 1,800 personas alojadas en albergues.

En total ese año fueron afectadas 30,000 personas, además, se reportaron daños en 278 ha de bosque de la Reserva Refugio de Vida Silvestre Isla Juan Venado (MARENA, 2010).

Tabla 104. Estimación de pérdidas y daños económicas por Tormenta Alma y Depresión Tropical No. 16

Sector	P&D (US$)
Agropecuario	ND
Industria y comercio	ND
Energía	ND
Agua y saneamiento	ND
Medio ambiente	ND
Salud	ND
Vivienda y asentamientos	ND
Infraestructura	ND
Educación	ND
Comunicación y transporte	ND
Turismo	ND
Ayuda externa	ND
Otros gastos asociados al evento	7,590,596.00
Total estimado	**7,590,596.00**

**ND: No hay datos*

Fuente: Elaboración propia sobre la base de las estadísticas la base de datos EM-DAT y Servicio de Monitoreo Financiero (FTS, por sus siglas en inglés).

- **Huracán Ida 2009**

De categoría 1, entró al noroeste de Nicaragua el 05 de noviembre del 2009. El huracán Ida fue el ciclón tropical que tocó tierra más fuerte durante la temporada de huracanes del Atlántico de 2009 y cruzó la costa del país con vientos de 130 km/h. Ida se formó el

4 de noviembre en el suroeste del Caribe y en 24 horas golpeó la costa con vientos de 130 km/h (Tabla 105).

Tabla 105. Estimación de pérdidas y daños económicas por Huracán Ida 2009

Sector	P&D (US$)
Agropecuario	412,000.00
Industria y comercio	250,000.00
Energía	ND
Agua y saneamiento	79,500.00
Medio ambiente	50,000.00
Salud	100,000.00
Vivienda y asentamientos	131,250.00
Infraestructura	400,000.00
Educación	ND
Comunicación y transporte	ND
Turismo	ND
Ayuda externa	ND
Otros gastos asociados al evento	5,832,120.00
Total estimado	**7,254,870.00**

**ND: No hay datos*

Fuente: Elaboración propia sobre la base de las estadísticas la base de datos EM-DAT y Servicio de Monitoreo Financiero (FTS, por sus siglas en inglés).

- **Inundaciones 2010 y Tormenta Tropical Agatha 2010**

La tormenta tropical Agatha afecto el Pacífico y zona Central de Nicaragua (Tabla 106).

Tabla 106. Estimación de pérdidas y daños económicas por tormenta tropical Agatha

Sector	P&D (US$)
Agropecuario	ND
Industria y comercio	ND
Energía	ND
Agua y saneamiento	ND
Medio ambiente	ND
Salud	ND
Vivienda y asentamientos	ND
Infraestructura	ND
Educación	ND
Comunicación y transporte	ND

Sector	P&D (US$)
Turismo	ND
Ayuda externa	ND
Otros gastos asociados al evento	4,506,931.00
Total estimado	**4,506,931.00**

**ND: No hay datos*

Fuente: Elaboración propia sobre la base de las estadísticas la base de datos EM-DAT y Servicio de Monitoreo Financiero (FTS, por sus siglas en inglés).

- **Tormenta Tropical Matthew 2010**

La tormenta tropical Matthew afectó la RACCN el 24 de septiembre del 2010. El Gobierno declaró alerta amarilla para esa zona y verde para el resto del país. La tormenta y las subsecuentes lluvias causaron daños en 80 municipios afectando aproximadamente a 71,000 personas (Tabla 107).

Tabla 107. Estimación de pérdidas y daños económicas por tormenta tropical Matthew 2010

Sector	P&D (US$)
Agropecuario	ND
Industria y comercio	ND
Energía	ND
Agua y saneamiento	ND
Medio ambiente	ND
Salud	ND
Vivienda y asentamientos	ND
Infraestructura	ND
Educación	ND
Comunicación y transporte	ND
Turismo	ND
Ayuda externa	60,000.00
Otros gastos asociados al evento	ND
Total estimado	**60,000.00**

ND: No hay datos

Fuente: Elaboración propia sobre la base de las estadísticas la base de datos EM-DAT y Servicio de Monitoreo Financiero (FTS, por sus siglas en inglés).

- **Inundaciones Depresión Tropical 12E 2011**

El 10 de octubre de 2011 las lluvias intensas originadas por la Depresión tropical 12E causaron inundaciones, deslizamientos, daños a personas, infraestructura vital, cultivos y al medio ambiente. El 17 de octubre el Gobierno decretó estado de desastre y calamidad para todo el país y solicitó al Sistema de Naciones Unidas en Nicaragua

activar sus mecanismos internacionales de ayuda. Se reportaron 148,530 personas afectadas y 16 fallecidas (CEPAL, 2011; OCHA, 2011) (Tabla 108).

Tabla 108. Estimación de pérdidas y daños económicas por Depresión Tropical 12E

Sector	P&D (US$)
Agropecuario	6,3605,991.42
Industria y comercio	10,230,000.00
Energía	3,582,000.00
Agua y saneamiento	65,610,000.00
Medio ambiente	55,997,077.00
Salud	29,790,000.00
Vivienda y asentamientos	20,200,000.00
Infraestructura	ND
Educación	200,000.00
Comunicación y transporte	196,000,000.00
Turismo	150,000.00
Ayuda externa	ND
Otros gastos asociados al evento	8,423,861.00
Total estimado	**257,786,929.42**

ND: No hay datos

Fuente: Elaboración propia sobre la base de las estadísticas la base de datos EM-DAT y Servicio de Monitoreo Financiero (FTS, por sus siglas en inglés).

- **Sequía 2014**

Entre mayo y julio de 2014, la precipitación se redujo, afectando a 68 municipios del corredor seco y alrededor de 460,000 personas en el país (GWP, 2016) (Tabla 109).

Tabla 109. Estimación de pérdidas y daños económicas a la sequía 2014

Sector	P&D (US$)
Agropecuario	6,3605,991.42
Industria y comercio	10,230,000.00
Energía	3,582,000.00
Agua y saneamiento	65,610,000.00
Medio ambiente	55,997,077.00
Salud	29,790,000.00
Vivienda y asentamientos	20,200,000.00
Infraestructura	ND
Educación	200,000.00
Comunicación y transporte	196,000,000.00
Turismo	150,000.00
Ayuda externa	ND

Sector	P&D (US$)
Otros gastos asociados al evento	8,423,861.00
Total estimado	**257,786,929.42**

ND: No hay datos

Fuente: Elaboración propia sobre la base de las estadísticas la base de datos EM-DAT y Servicio de Monitoreo Financiero (FTS, por sus siglas en inglés).

- **Huracán Otto 2016**

De categoría 1, ingresó a Nicaragua por el de departamento de Río San Juan, donde además, impactó en el departamento de Rivas y el municipio de Bluefields, afectando los servicios básicos de agua potable, electricidad y telecomunicaciones; así como viviendas y red vial. Se evacuaron 10,143 personas del área afectada y se reportaron 640,000 ha de bosque pérdidas en el sureste de Nicaragua (World Bank, 2018a). En el municipio de San Juan de Nicaragua se estimaron alrededor de C$10,000,000 de pérdidas (Tabla 110).

Nicaragua cuenta con el seguro Caribben Catastrophe Risk Insurance Facility (CCRIF SPC), esta póliza permite pagos rápidos después del evento, a diferencia de las pólizas tradicionales que hacen pagos después que un ajustador hace una evaluación in situ de las pérdidas. La póliza es un producto de seguro paramétrico que hace pagos basados en la velocidad del viento y el monto de pérdidas calculadas por un modelo pre-acordado. En este sentido, el Gobierno de Nicaragua recibió un pago de US$ 1,110,193 por el paso del huracán.

Tabla 110. Estimación de pérdidas y daños económicas a Huracán Otto 2016

Sector	P&D (US$)
Agropecuario	ND
Industria y comercio	ND
Energía	ND
Agua y saneamiento	ND
Medio ambiente	299,800,000.00
Salud	ND
Vivienda y asentamientos	341,064.12
Infraestructura	ND
Educación	ND
Comunicación y transporte	ND
Turismo	ND
Ayuda externa	ND
Otros gastos asociados al evento	ND
Total estimado	**300,141,064.12**

ND: No hay datos

Fuente: Elaboración propia sobre la base de las estadísticas la base de datos EM-DAT y Servicio de Monitoreo Financiero (FTS, por sus siglas en inglés).

- **Depresión Tropical 16/ Depresión Tropical Nate 2017**

El 04 de octubre del 2017, la Depresión Tropical 16 se fortaleció y se convirtió en la Tormenta Tropical Nate, la que afectó la Costa Caribe. El Gobierno declaró alerta amarilla para todo el país. La tormenta causó inundaciones principalmente en el RACCN, Rivas, Jinotepe, León, Chinandega, Matagalpa y Juigalpa (Tabla 111).

Tabla 111. Estimación de pérdidas y daños económicas por Depresión Tropical Nate 2017

Sector	P&D (US$)
Agropecuario	ND
Industria y comercio	ND
Energía	ND
Agua y saneamiento	ND
Medio ambiente	ND
Salud	ND
Vivienda y asentamientos	ND
Infraestructura	ND
Educación	ND
Comunicación y transporte	ND
Turismo	ND
Ayuda externa	522,456.00
Otros gastos asociados al evento	ND
Total estimado	**522,456.00**

ND: No hay datos

Fuente: Elaboración propia sobre la base de las estadísticas la base de datos EM-DAT y Servicio de Monitoreo Financiero (FTS, por sus siglas en inglés).

- **Inundaciones y Sequía 2018**

El desarrollo de El Niño, a partir de febrero del 2018 generó afectaciones en la zona del Corredor Seco de Guatemala, Honduras, El Salvador y Nicaragua. Las bajas precipitaciones en la parte norte de Nicaragua causaron pérdidas en las cosechas de granos básicos de primera y agosto (Tabla 112).

En ese mismo año, dos sistemas de baja presión, uno en el Caribe y otro en el Pacífico causaron precipitaciones intensas e inundaciones instantáneas. El SINAPRED reportó 24,461 personas afectadas.

Tabla 112. Estimación de pérdidas y daños económicas asociados a Sequía e Inundaciones 2018

Sector	P&D (US$)
Agropecuario	46,000,000.00
Industria y comercio	ND
Energía	ND
Agua y saneamiento	ND
Medio ambiente	ND
Salud	ND
Vivienda y asentamientos	ND
Infraestructura	ND
Educación	ND
Comunicación y transporte	ND
Turismo	ND
Ayuda externa	ND
Otros gastos asociados al evento	973,885.00
Total estimado	**46,973,885.00**

ND: No hay datos

Fuente: Elaboración propia sobre la base de las estadísticas la base de datos EM-DAT y Servicio de Monitoreo Financiero (FTS, por sus siglas en inglés).

- **Sequía 2019**

Este evento ocasionó que 2.2 millones de personas en El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua perdieran sus cosechas por lluvias y sequías, de las cuales 1.4 millones necesitaron asistencia alimentaria con urgencia. FAO y Programa Mundial de Alimentos (PMA) solicitaron US$72 millones a la comunidad internacional para brindar asistencia alimentaria a más de 700 mil personas en el Corredor Seco (Tabla 113**).**

Tabla 113. Estimación de pérdidas y daños económicas asociados a Sequía 2019

Sector	P&D (US$)
Agropecuario	14,562,180.00
Industria y comercio	ND
Energía	ND
Agua y saneamiento	ND
Medio ambiente	ND
Salud	ND
Vivienda y asentamientos	ND
Infraestructura	ND
Educación	ND
Comunicación y transporte	ND
Turismo	ND
Ayuda externa	ND

Sector	P&D (US$)
Otros gastos asociados al evento	1,047,595.00
Total estimado	**15,609,775.00**

ND: No hay datos

Fuente: Elaboración propia sobre la base de las estadísticas la base de datos EM-DAT y Servicio de Monitoreo Financiero (FTS, por sus siglas en inglés)

- **Eta e Iota 2020**

En Nicaragua los huracanes Eta e Iota ocurridos en noviembre del 2020, de categorías 4 y 5 respectivamente, generaron deslizamientos de tierras, derrumbes, desbordamiento de ríos, caída de árboles, daños en infraestructura, arrastre de escombros. Los huracanes afectaron en mayor medida la Costa Caribe, el triángulo minero y los departamentos de Matagalpa, Jinotega, Nueva Segovia, Rivas y Carazo (Tabla 114).

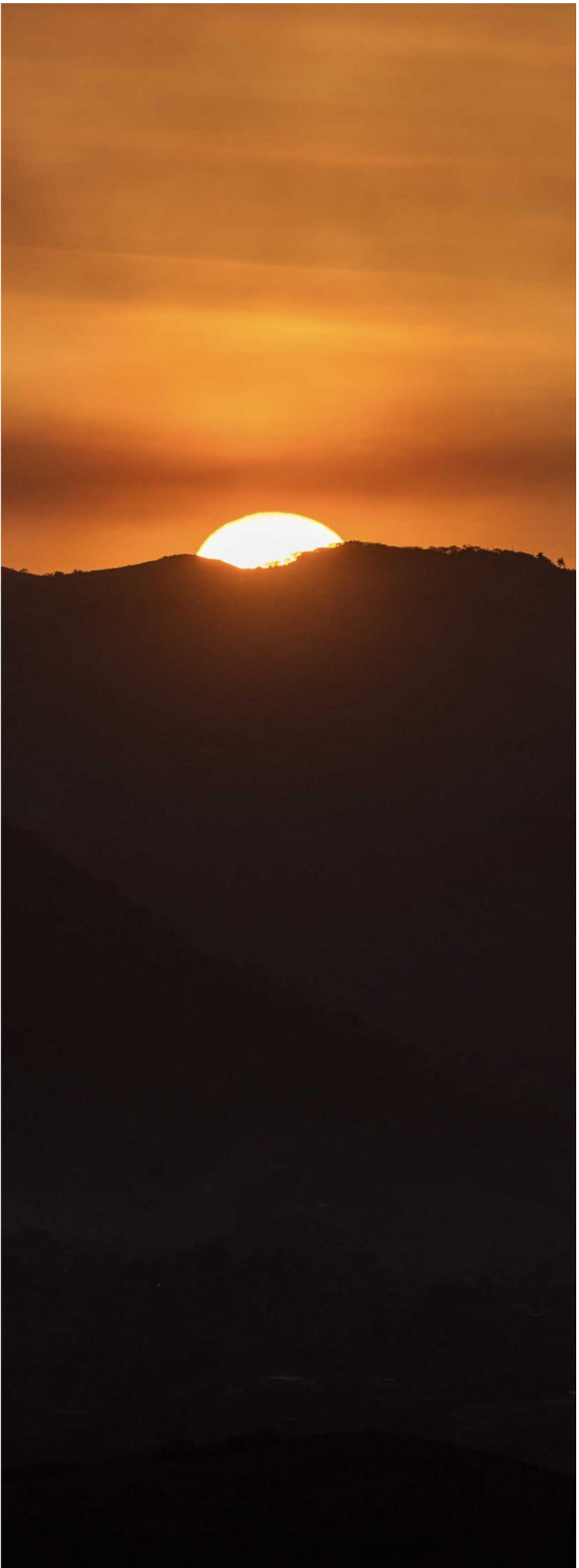
En total, se estima un aproximado de 3 millones de personas expuestas a los efectos de dichos huracanes. El Gobierno de Nicaragua declaró estado de alerta roja por medio del SINAPRED. La situación de riesgo y los efectos sobre poblaciones vulnerables, conllevó a solicitar la activación del Componente Contingente de Respuesta a Emergencias (CERC por sus siglas en inglés) (MHCP, 2021).

Tabla 114. Estimación de pérdidas y daños económicas asociados a Huracanes Eta e Iota 2020

Sector	P&D (US$)
Agropecuario	152,800,000.00
Industria y comercio	ND
Energía	ND
Agua y saneamiento	ND
Medio ambiente	141,000,000.00
Salud (incluido en vivienda y asentamientos)	ND
Vivienda y asentamientos	278,800,000.00
Infraestructura	412,900,000.00
Educación (incluido en vivienda y asentamientos)	ND
Comunicación y transporte	ND
Turismo	ND
Ayuda externa	9,541,439.00
Otros gastos asociados al evento	ND
Total estimado	**995,041,439.00**

ND: No hay datos

Fuente: Elaboración propia sobre la base de las estadísticas la base de datos EM-DAT y Servicio de Monitoreo Financiero (FTS, por sus siglas en inglés).



6 Avances en Adaptación al Cambio Climático

Para Nicaragua, la acción climática en general y las políticas de adaptación al cambio climático, en particular, deben contribuir a la lucha contra la pobreza y al desarrollo humano sostenible. Asimismo, deben preparar una sociedad con mayor capacidad de respuesta ante los impactos del cambio climático, más consciente y responsable ante este desafío; facilitando la reducción de la vulnerabilidad de los sistemas humanos y naturales expuestos a los cambios del clima.

Actualmente, el GRUN implementa programas y proyectos que van incrementando progresivamente las capacidades nacionales para impulsar una estrategia de adaptación eficaz. No obstante, se requiere diseñar y ejecutar un Plan Nacional de Adaptación que proponga una hoja de ruta de mediano y largo plazo orientada hacia la reducción de la vulnerabilidad climática.

A continuación, se describen los esfuerzos realizados en el país para la adaptación al cambio climático.

6.1. Políticas, programas y planes de adaptación al cambio climático

Plan Nacional de Desarrollo Humano 2012 – 2016

El plan considera la adaptación al cambio climático como una clara prioridad en el contexto de la soberanía y seguridad alimentaria y nutricional de las familias nicaragüenses.

La apuesta del GRUN frente a la adaptación se expresa en las siguientes prioridades:

- Desarrollo de estrategias de adaptación con los protagonistas en los departamentos y municipios, a nivel de parcela o fincas, lo cual marca la diferencia en los ciclos productivos de la actividad agropecuaria.
- La reconversión y diversificación de los sistemas de producción más resistentes, recurriendo en lo posible, a la agrobiodiversidad local y el uso de sistemas agroforestales para mejorar la calidad del suelo, la retención del agua y la obtención de productos para mercados alternativos.
- La diversificación de los ingresos buscando complementos a los medios de vida agrícolas para disminuir la vulnerabilidad de las comunidades rurales, considerando que la capacidad adaptativa de la población rural depende de la satisfacción de sus necesidades básicas, los recursos para la innovación y la capacidad para la acción.

- La inversión en los recursos sociales para hacer viable la adaptación, como la organización local para la producción y comercialización, acuerdos para el manejo del agua y redes de difusión de información agroclimática.
- La gestión de recursos financieros, que incluyen fondos internacionales, créditos, seguros y una mejor inserción de la producción agrícola en el mercado.
- La conservación de los servicios ecosistémicos para la adaptación; por ejemplo, la conservación y recuperación de ecosistemas en zonas de recarga hídrica en las cuencas altas y medias.
- La gestión del riesgo ante desastres naturales.

Las prioridades antes señaladas orientan la implementación y gestión de instrumentos de políticas que se describen a continuación:

1. **Estrategia Nacional Ambiental y de Cambio Climático (ENACC) y su Plan de Acción (2010-2015).** Orienta la coordinación de instancias públicas para la implementación de acciones de adaptación que contribuyan a frenar el deterioro socioeconómico y ambiental.
2. **Plan de Adaptación a la variabilidad y el Cambio Climático en el Sector Agropecuario, Forestal y Pesca.** Es un instrumento estratégico que contribuye con el fortalecimiento de la capacidad productiva en un horizonte de 20 años. En la coyuntura de sequía actual, se ha considerado oportuno contar con una visión estratégica de corto plazo enfocada a dar respuesta a las demandas de las familias productivas de 26 municipios con mayor vulnerabilidad económica, social y ambiental, localizados en las zonas muy secas.
3. **Política de seguridad y soberanía alimentaria y nutricional desde el sector público agropecuario y rural.** Orienta el suministro de servicios adecuados a lo largo de las cadenas de valor agroalimentarias que garanticen el uso sostenible de los recursos naturales (tierra, agua, bosques) y se sometan procedimientos, normas y regulaciones que estimulen la producción y productividad de alimentos, priorizando los de consumo básico (arroz, fríjol, maíz, sorgo, carne, leche y derivados), en un esfuerzo articulado que dinamice en el sector rural a los pequeños y medianos productores (as), particularmente a las mujeres.
4. **Ley de fomento a la producción agroecológica u orgánica.** Promueve estrategias de adaptación al cambio climático en las políticas del sector productivo agropecuario, orientadas a elevar la capacidad productiva del país y a reducir la vulnerabilidad social, económica y ecológica de las y los nicaragüenses.
5. **Política Nacional de Desarrollo Sostenible del Sector Forestal de Nicaragua.** Fomenta el desarrollo sostenible del sector forestal orientado hacia la reposición

del recurso forestal, la deforestación evitada, el manejo forestal racional y la forestería comunitaria con una visión empresarial.

6. **Ley Creadora del Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (SINAPRED) y su Reglamento.** Define y fortalece las disposiciones normativas y legales que regulan las estructuras de gobierno relacionadas a la prevención, mitigación y atención de desastres naturales o provocados.

   El Sistema Nacional tiene por función reducir la vulnerabilidad de la población en el aspecto cultural, social, económico, productivo, ambiental y tecnológico a través de programas, proyectos educativos y de información que permitan la superación de las circunstancias del desastre o calamidad desde antes que el fenómeno suceda, todo de conformidad a la ley de la materia. Corresponde al Comité Nacional del Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres, informar a la población de la situación y las medidas iniciales que deben de adoptarse de acuerdo con los planes determinados ante las diferentes situaciones o fenómenos.

6. **Plan Nacional de Gestión del Riesgo 2010-2015 (PNGR).** Es la estrategia de corto, mediano y largo plazo para abordar los desafíos de la reducción de riesgos ante desastres en Nicaragua. Define políticas, estrategias y mecanismos para incorporar la gestión integral del riesgo en la planificación del desarrollo y reducción de la pobreza a todos los niveles.
7. **Estrategia de Protección Financiera ante el Riesgo de Desastres y los Efectos Adversos del Cambio Climático.** Orienta la planeación y organización de diversas fuentes de financiamiento que dotarán de recursos la ejecución/implementación de las diferentes acciones vinculadas (prevención, mitigación, atención y reconstrucción), para reducir la vulnerabilidad fiscal y propiciar la recuperación de la economía post desastre.
8. **El Fondo Nacional para Desastres.** Está a disposición del SINAPRED y prevé la reasignación de recursos provenientes de líneas de crédito flexibles existentes que por su alcance permiten financiar acciones y medidas para la respuesta.
9. **Acceso a los Componentes Contingentes de Respuesta a Emergencias/Mecanismo de Respuesta Inmediata (CERC/IRM, por sus siglas en inglés) del Banco Mundial.** Fortalece la capacidad de Nicaragua para responder de forma inmediata y eficaz a emergencias elegibles, financiando acciones relacionadas con el manejo y rehabilitación post emergencia. Las líneas de crédito contingentes proveen liquidez inmediata ante la ocurrencia de desastres.

10. **Marco normativo para el aseguramiento de activos públicos**. Establece la obligación de contratar los seguros necesarios para proteger los bienes públicos contra los distintos riesgos o siniestros que puedan ocurrir y se tomarán las medidas necesarias de custodia física y seguridad material, según el caso.
11. **Seguros paramétricos contra el riesgo de desastres por fenómenos naturales (CCRIF SPC, por sus siglas en inglés).** Mecanismo de transferencia de riesgos que agrupa los perfiles de riesgos de los países miembros en un solo portafolio diversificado, con la finalidad de tener un acceso más eficiente (precio y condiciones de protección) a los mercados de reaseguros, mediante un seguro paramétrico que realiza pagos cuando un evento de desastre supera los parámetros establecidos en las pólizas contratadas. En el año 2015 Nicaragua fue el primer país de Centroamérica en adherirse y contratar dos pólizas de seguros contra Riesgos Catastróficos: una para Ciclón Tropical y otra para Terremotos.
12. **Guías para incorporar la adaptación al cambio climático y reducción de riesgos en programas y proyectos de inversión pública**. Los proyectos de infraestructura pública que desarrolla el GRUN, previo a su aprobación incorporan una evaluación e inclusión de medidas de reducción de riesgos, mitigación y adaptación al cambio climático; para esto, el país cuenta con herramientas que permiten el análisis de riesgo en la Inversión pública, el cual es desarrollado por el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP).
13. **Clasificador presupuestario del gasto público en Cambio Climático (CC), Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) y Gestión Ambiental (GA).** En Nicaragua, se desarrolló un proceso de consulta y análisis interinstitucional coordinado entre el MHCP, el MARENA y el SINAPRED, con el apoyo técnico del Banco Mundial para elaborar y aplicar dicho clasificador, el cual está estructurado en cuatro ejes: adaptación al cambio climático y gestión del riesgo de desastres, pérdidas y daños, mitigación del cambio climático y gestión ambiental general.

Política Nacional de Cambio Climático

Es un instrumento que ofrece el marco estratégico de largo plazo para guiar las transformaciones que Nicaragua ha impulsado y desarrollado para hacer frente a los desafíos del cambio climático. Se encuentra vigente y, en el Pilar 2: Capacidades sistémicas en adaptación y resiliencia ante la variabilidad y el cambio climático y eventos meteorológicos extremos, incorpora políticas y sus correspondientes líneas de acción para la gestión de la adaptación en el país (Tabla 115).

Tabla 115. Pilar 1: Capacidades sistémicas en adaptación y resiliencia ante la variabilidad y el cambio climático y eventos meteorológicos extremos

Políticas	Líneas de Acción
Adaptación y Resiliencia de la Población	
Política 1: Promover la capacidad de adaptación y resiliencia de la población, con énfasis en los grupos social y climáticamente más vulnerables y de atención prioritaria	• Promover la capacidad de adaptación y resiliencia a través de acciones dirigidas a la población más vulnerable y de atención prioritaria, considerando las características de exposición de la población, hábitat y entorno natural de forma integral. • Incrementar la capacidad de las familias nicaragüenses, en particular de los grupos de atención prioritarios, de conocer los impactos del cambio y la variabilidad climática, y de acceder a los sistemas de alerta temprana e interpretarlos adecuadamente. • Diseñar e implementar planes y programas de seguridad alimentaria y nutricional para la población más vulnerable ante los impactos del cambio climático y la variabilidad climática. • Valorar el enfoque intergeneracional en la acción climática e incorporar a las organizaciones juveniles de Nicaragua en las plataformas de acción climática regionales y globales, aprovechando las ventajas de las nuevas herramientas de la información y la comunicación. • Incorporar el enfoque de género en los programas, planes y proyectos de adaptación al cambio climático.
Política 2. Fortalecer la gestión integral de riesgo a desastres asociados al clima, a nivel nacional, departamental y municipal, en función de las distintas características y dinámicas del territorio, para reducir la sensibilidad ante los impactos del cambio climático y fortalecer la respuesta articulada.	• Modernizar los servicios hidrometereológicos del país, que permitan mantener sistemas de alerta temprana para una repuesta eficaz y eficiente, lo que incluye modernización de los sistemas de observación, asimilación y pronósticos, acceso a sensores y tecnologías, así como la formación de recursos humanos calificados. • Reforzar la implementación de sistemas de alerta temprana de eventos climáticos extremos, su conocimiento y manejo por parte de las entidades del sistema y la población. • Fortalecer el accionar de los Comités Municipales y Departamentales de Prevención, Mitigación y Atención de Desastres; y el Puesto de Mando Nacional del SINAPRED. • Incorporar estrategias de seguridad ciudadana y prevención de violencia de género en la gestión de riesgo y en los programas de reconstrucción.

Políticas	Líneas de Acción
Adaptación y Resiliencia de la Población	
	• Incorporar en los procesos de gestión de riesgos ante desastres climáticos, las estrategias de las organizaciones juveniles. • Reforzar la cultura de gestión de riesgos climáticos y las capacidades comunitarias y locales frente a amenazas climáticas, la respuesta frente los desastres por eventos climáticos adversos y la valoración de pérdidas y daños.
Política 3. Fortalecer el Sistema Nacional de Salud para contribuir a la generación de condiciones que aseguren la salud integral de la población	• Reforzar y adecuar los epidemiológica, promoviendo indicadores de salud ambiental. sistemas de vigilancia la incorporación de indicadores de salud ambiental. • Identificar y adecuar la infraestructura y los recursos humanos críticos en el sector salud para favorecer la adaptación y la resiliencia climáticas. • Propiciar que la acción climática fortalezca estrategias que impulsen hábitos de vida saludables, aprovechando las estrategias de movilización de las organizaciones juveniles.
Política 4. Promover el desarrollo de ciudades, comunidades, asentamientos humanos e infraestructuras sostenibles y resilientes.	• Profundizar una adecuada adaptación climática en la planificación urbana y en los instrumentos de ordenamiento territorial. • Integrar la adaptación climática en el diseño, construcción, gestión y mantenimiento de viviendas e infraestructura social. • Incrementar las áreas verdes y de sombra, a través de la construcción y mantenimiento de arboretum, jardines, parques y espacios urbanos de recreación. • Regular el uso del suelo y controlar la localización y desarrollo de asentamientos en líneas de playa y zonas costeras en general, expuestas a la elevación del nivel del mar y en zonas expuestas a inundaciones y deslizamientos de tierra. • Incorporar las estrategias de las organizaciones juveniles en los planes de gestión integral de residuos sólidos y aguas residuales, entre ellas, voluntariado para la sensibilización de la gestión integral de desechos.

Políticas	Líneas de Acción
Adaptación y Resiliencia de la Población	
Política 5. Incorporar los conceptos, herramientas y metodologías de ordenamiento territorial en los procesos de planificación de la acción climática.	• Impulsar el desarrollo de una Estrategia Territorial Nacional que articule los procesos e instrumentos de ordenamiento territorial sectorial y local, construidos con la participación de todos los niveles de gobierno. • Promover sistemas de asentamientos humanos adaptados al cambio climático. • Impulsar el desarrollo de una Estrategia Territorial Nacional que articule los procesos e instrumentos de ordenamiento territorial sectorial y local, construidos con la participación de todos los niveles de gobierno. • Mejorar las capacidades técnicas institucionales para el desarrollo de metodologías que incorporen las variables de adaptación al cambio climático en los planes locales de ordenamiento territorial.

Políticas	Líneas de Acción
Adaptación y Resiliencia de los Ecosistemas y los Recursos Hídricos	
Política 1. Promover la conservación, recuperación y restauración de los ecosistemas naturales, la gestión de paisajes resilientes, y la provisión de bienes y servicios ecosistémicos, basados en el manejo adaptativo, a través de prácticas sostenibles de producción y consumo.	• Promover la generación de acciones e instrumentos que favorezcan la conservación, recuperación y restauración de los ecosistemas naturales, entre ellos la recuperación del bosque nativo y humedales, para favorecer la provisión de bienes y servicios ecosistémicos. • Promover la adaptación climática en los planes de manejo de áreas protegidas y sitios RAMSAR. • Propiciar el uso de herramientas como los corredores biológicos en los ecosistemas más vulnerables, para aumentar la capacidad de movilidad y adaptabilidad de las especies frente a posibles escenarios de cambio climático. • Desarrollar acciones de conservación y aprovechamiento sostenible de especies consideradas claves para el funcionamiento de los ecosistemas terrestres y marinocosteros, en particular aquellas consideradas en categoría de riesgo, y evaluar continuamente su capacidad de adaptación y resiliencia frente a posibles escenarios de cambio climático.

Políticas	Líneas de Acción
Adaptación y Resiliencia de los Ecosistemas y los Recursos Hídricos	
Política 1. Promover la conservación, recuperación y restauración de los ecosistemas naturales, la gestión de paisajes resilientes, y la provisión de bienes y servicios ecosistémicos, basados en el manejo adaptativo, a través de prácticas sostenibles de producción y consumo.	• Promover el uso sostenible y aumento de la cobertura vegetal nativa de ecosistemas naturales e intervenidos, con capacidad de secuestro de carbono. • Impulsar el aprovechamiento sostenible de potenciales oportunidades económicas derivadas del patrimonio natural, a partir de la generación de bio-conocimiento y del diálogo de saberes, con el fin de disminuir su sensibilidad a los impactos del cambio climático. • Implementar mecanismos de incentivos para la conservación dirigidos al sector privado, comunidades y territorios, procurando su inversión en buenas prácticas de adaptación climática. • Implementar los planes de manejo de las áreas protegidas y reservas naturales de la Costa Caribe y Alto Wanki y Bocay, bajo el modelo de manejo comunitario conjunto, estableciendo conectividad entre los ecosistemas forestales, ecosistemas marino-costeros y humedales. • Articular los planes de manejo de las áreas protegidas y las reservas naturales con los planes de desarrollo de los territorios de los Pueblos Originarios y Afrodescendientes, con sus normas de uso y manejo, priorizando la prevención y control de incendios forestales. • Potenciar la transmisión intergeneracional de los conocimientos y el rol de las mujeres en las acciones de conservación de los ecosistemas como oportunidad para la acción climática efectiva. • Propiciar que la acción climática impulse la movilización y el protagonismo juvenil en las estrategias de conservación de los ecosistemas, manejo del paisaje y el aprovechamiento racional y responsable del patrimonio natural y de los recursos naturales.

Políticas	Líneas de Acción
Adaptación y Resiliencia de los Ecosistemas y los Recursos Hídricos	
Política 2. Disminuir las condiciones de sensibilidad ante los impactos del cambio y la variabilidad climática en zonas fluviales, costeras y marinas, mediante acciones de adaptación basadas en ecosistemas.	• Incorporar la adaptación en el desarrollo y aplicación del marco normativo relativo a zonas fluviales, costeras y marinas. • Incrementar la superficie del área marino-costera bajo categorías de conservación o manejo ambiental, como medida para mejorar la protección y la capacidad de respuesta de los ecosistemas marino-costeros frente a los impactos climáticos. • Promover la restauración, conservación y uso productivo responsable de los humedales y manglares del Pacífico y el Caribe de Nicaragua, con funciones ecológicas importantes para la adaptación climática. • Priorizar el inventario de humedales, el monitoreo e investigación, y la regeneración natural y reforestación por siembra directa en los ecosistemas de manglar, en concordancia con el Plan Nacional de Humedales. • Diseñar e implementar planes y programas de adaptación para enfrentar los riesgos del cambio climático en las plataformas marinas de Nicaragua en el Océano Pacífico y Mar Caribe. • Involucrar a la industria que utiliza los recursos del mangle en su conservación y recuperación.
Política 3. Fortalecer la gestión integrada de los recursos hídricos con enfoque adaptativo, e infraestructura crítica resiliente para la seguridad hídrica de las ciudades y del campo.	• Impulsar la implementación del Plan Nacional de Recursos Hídricos, bajo el enfoque de gestión integral de la acción climática. • Restaurar los bosques de galería, para proteger y conservar los cauces de los ríos, caños, manantiales o vertientes, reduciendo los efectos del cambio climático. • Promover el uso y aprovechamiento racional de las aguas superficiales de forma prioritaria, preservando las reservas de agua subterránea. • Incorporar el enfoque de adaptación climática en la gestión de los organismos de cuenca.

Políticas	Líneas de Acción
Adaptación y Resiliencia de los Ecosistemas y los Recursos Hídricos	
Política 3. Fortalecer la gestión integrada de los recursos hídricos con enfoque adaptativo, e infraestructura crítica resiliente para la seguridad hídrica de las ciudades y del campo.	• Mejorar y desarrollar nuevas infraestructuras de drenaje, redes de agua potable, redes de aguas residuales con sistemas de tratamiento y descontaminación. • Diseñar e implementar planes y programas de adaptación para enfrentar los riesgos del cambio climático en el Corredor Seco de Nicaragua
Adaptación y Resiliencia de los Sistemas Agro-productivos y de las Actividades Turísticas	
Política 1. Promover sistemas de producción agropecuaria y pesquera de mayor capacidad de adaptación y resiliencia climáticas, a efectos de mejorar la productividad y la competitividad de las cadenas de valor, contemplando los servicios ecosistémicos, la lucha contra la pobreza, la soberanía y seguridad alimentaria.	• Fortalecer la adaptación climática, como estrategia fundamental en los sistemas de producción agropecuaria, atendiendo -en particular- los procesos de intensificación sostenible, diversificación productiva, producción agroecológica y agrosilvopastoril. • Profundizar como estrategia nacional, la adaptación climática en salud animal y vegetal. • Promover estrategias de desarrollo rural sostenible, considerando la adaptación climática y la contribución a la reducción de la intensidad de emisiones de GEI. • Fomentar la elaboración de modelos agrometeorológicos y el acceso a información agrometeorológica que sirva de apoyo para la toma de decisiones de los agricultores, en relación con el incremento de rendimientos, productividad y resistencia a perturbaciones climáticas. • Fortalecer las buenas prácticas de uso y manejo de suelos y aguas para reducir la erosión y conservar la materia orgánica en tierras agrícolas, promoviendo las acciones para evitar la pérdida de nutrientes hacia los cuerpos de agua, incluyendo el control in situ para reducir la lixiviación de los nitratos. • Propiciar el desarrollo agropecuario resiliente a los impactos del cambio climático, con arraigo cultural de los Pueblos Originarios y Afrodescendientes de la Costa Caribe.

Políticas	Líneas de Acción
Adaptación y Resiliencia de los Sistemas Agro-productivos y de las Actividades Turísticas	
Política 1. Promover sistemas de producción agropecuaria y pesquera de mayor capacidad de adaptación y resiliencia climáticas, a efectos de mejorar la productividad y la competitividad de las cadenas de valor, contemplando los servicios ecosistémicos, la lucha contra la pobreza, la soberanía y seguridad alimentaria.	• Fomentar la inversión público-privada para el incremento de la productividad sostenible y competitividad acuícola de la Costa Caribe y el Alto Wangki, y de las zonas de manglares del Estero Real y Padre Ramos. • Adecuar la concepción e implementación del Programa Productivo Alimentario que responda a las distintas características culturales y agroclimáticas de la Costa Caribe. • Incorporar acciones, mecanismos y buenas prácticas de adaptación como parte de las estrategias de trabajo familiar, comunitario, asociativo y cooperativo. • Incluir en los procesos de legalización de organizaciones y asociaciones productivas, criterios de cumplimiento de medidas de adaptación, desarrollando procesos de certificaciones para la producción comunitaria, asociativa y cooperativa. • Reconocer el rol de las mujeres rurales en las acciones de adaptación al cambio climático, y fortalecer su protagonismo con complementariedad y responsabilidad compartida en la familia y la comunidad. • Propiciar que la acción climática fortalezca el protagonismo, la identidad y el sentido de pertenencia de los jóvenes rurales en los procesos y acciones de adaptación al cambio y variabilidad climática, para mejorar su calidad de vida y la ampliación de sus capacidades y oportunidades. • Promover el desarrollo de sellos y otras formas de certificación de sostenibilidad ambiental relacionados al cambio climático, en los diferentes sistemas de producción agropecuaria y pesquera. • Impulsar el desarrollo y adopción de normas técnicas que permitan definir los requisitos asociados a la acción climática y a la sostenibilidad, que deben cumplir los procesos y productos, en correspondencia a las demandas potenciales de los mercados nacionales e internacionales.

Políticas	Líneas de Acción
Adaptación y Resiliencia de los Sistemas Agro-productivos y de las Actividades Turísticas	
Política 2. Fomentar la incorporación transversal de la gestión climática en las actividades, establecimientos y destinos turísticos, mediante el compromiso activo de los actores del sector con un modelo turístico sostenible y resiliente.	• Fomentar el uso de la información meteorológica, las alertas tempranas y otras herramientas de gestión del riesgo climático en las actividades turísticas. • Promover la sostenibilidad como valor agregado de la actividad turística, que incluya la adaptación a la variabilidad y cambio climático, mediante la inclusión de actividades turísticas en unidades productivas, la implementación de sellos y otras formas de certificación de sostenibilidad, que contribuyen también a la educación de la población y de los visitantes.

Fuente: Elaboración propia en base a la Política Nacional de Cambio Climático (2022).

6.1.1. Proyectos asociados a medidas de adaptación al cambio climático

Tabla 116. Proyectos en ejecución (2005-2015)

Proyecto	Entidades ejecutoras	Objetivos	Área de intervención	Presupuesto y fuente de financiamiento
Sector AFOLU				
Manejo sostenible de la tierra (MST) en áreas degradadas propensas a sequías en Nicaragua 2006 – 2012[27]	• MARENA	• Implementar técnicas de manejo sostenible de la tierra, que son aplicadas a nivel municipal y de comunidad mediante políticas, estrategias, leyes nacionales y locales y estructuras gubernamentales. • Instalar capacidades institucionales y técnicas a nivel nacional y local para implementar el MST. • Incorporar en los programas de reducción de pobreza temas de MST en las inversiones productivas en el terreno en agricultura, manejo de ganadería, forestería comunitaria y alternativas de empleo. • Impulsar esquemas financieros que generen nuevo capital para el MST y para mantener las estructuras compartidas de apoyo técnico a las municipalidades.	12 municipios del Corredor Seco del país en los departamentos de Chinandega, León y Managua	US$ 3.1 Millones GEF
Fortalecimiento e integración de esfuerzos para la Sostenibilidad del Sistema Nacional de Áreas Protegidas	• MARENA	• Promover el uso sostenible de recursos naturales en proceso de transferencia a comunidades locales en 20 Áreas Protegidas,	Cuatro áreas protegidas pilotos (Padre Ramos, Pilas-Hoyo, Dipilto-Jalapa y Datanlí-El Diablo)	US$ 1.8 Millones GEF

[27] https://info.undp.org/docs/pdc/Documents/NIC/00041235_Prodoc%2000046940.pdf

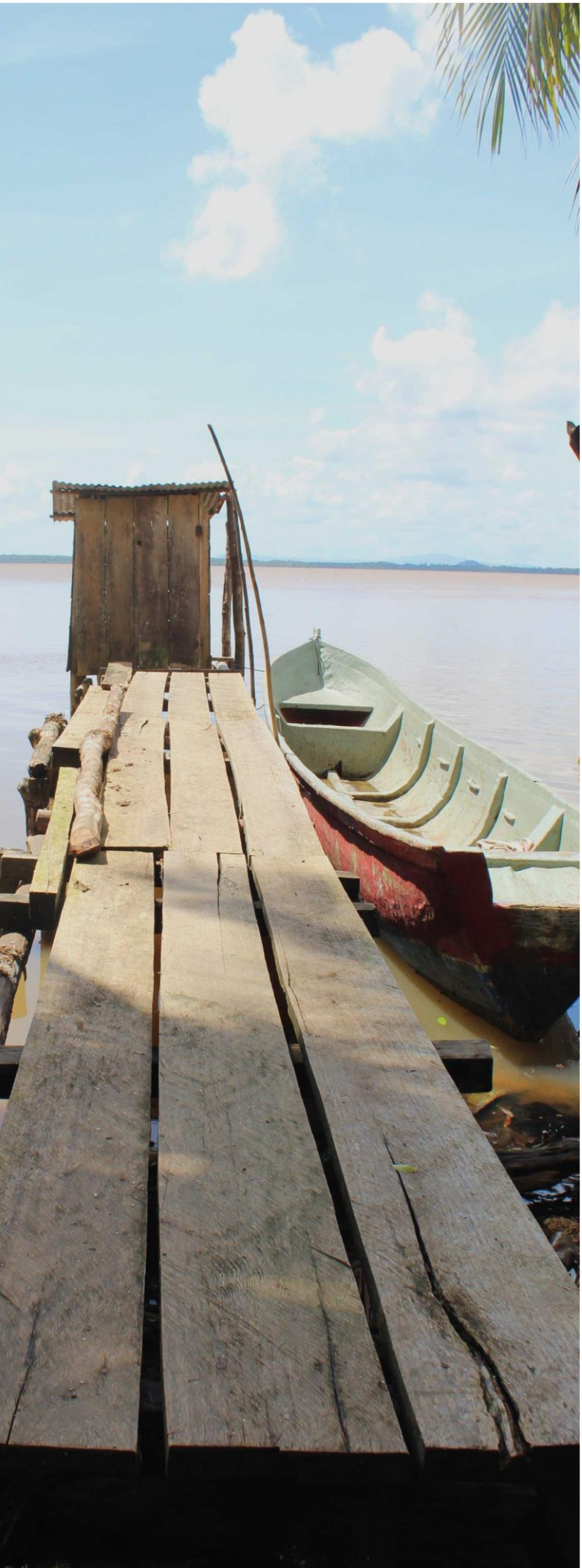
Proyecto	Entidades ejecutoras	Objetivos	Área de intervención	Presupuesto y fuente de financiamiento
2009 – 2012[28]		con impacto en la diversificación de fincas y la adaptación al cambio climático.		
Programa de Desarrollo de los Sistemas Productivos, Agrícolas, Pesqueros y Forestal (NICARIBE), 2011-2018[29].	• MEFCCA • MAG • INTA • INAFOR • MARENA • INPESCA • SCDD • Gobiernos • CONADETI	• Mejorar los niveles de ingreso de 10,580 familias que viven en territorios indígenas y afrodescendientes de la Costa Caribe • Apoyar el incremento de la producción, manejo y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y fortaleciendo sus organizaciones.	Territorios Indígenas de la RACCN y RACCS	US$ 12.0 Millones BCIE, FIDA
Proyecto MAP Noruega (Programa Agroambiental Mesoamericano)[30] 2013-2017	• CATIE	• Diversificar la producción en fincas, a través de innovaciones agroecológicas y agroforestales. • Estimular al menos seis plataformas de cogestión territorial, atendiendo los problemas asociados al cambio climático.	Matiguás, Muy Muy, San Ramón, el Tuma-la Dalia, Rancho Grande, Waslala. Jinotega, El Cuá	US$ 3.3 Millones Ministerio de Relaciones Exteriores de Noruega
Apoyo a la adaptación al cambio climático de la producción de café y cacao de pequeños productores en zonas agroclimáticas adecuadas (NICADAPTA)[31]	• MEFCCA • MAG • MIFIC • INETER • INTA • IPSA • SDCC	• Mejorar la competitividad de los productores y cooperativas de cacao y café mediante el aumento de la productividad, incorporando buenas prácticas de gestión e inversiones que permitan agregar valor a la producción. • Mejorar el material vegetativo de los cultivos de cacao y café para adaptarse al cambio climático previstos.	56 municipios cafeteros y cacaoteros de Nueva Segovia, Madriz, Estelí, Jinotega, Matagalpa, Boaco y 7 territorios indígenas en el RACCN y RACCS	US$ 37 Millones BCIE, FIDA (préstamo y subvención)

[28] https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:DFg9rzzQUQgJ:https://erc.undp.org/evaluation/documents/download/5649&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ni
[29] https://www.ifad.org/documents/38711624/40089495/Informe+de+Revisin+Conjunta+de+Medio+Trmino+septiembre+-++octubre+2015.pdf/cdede14a-0ee8-429b-89b9-1e6c754eb2ae?t=1611227535000
[30] https://www.plantrifinio.int/programas-y-proyectos/programas-y-proyectos-plan-trifinio/item/64-programa-agroambiental-mesoamericano-catie-map-trifinio
[31] https://www.ifad.org/es/web/operations/-/project/1100001683

Proyecto	Entidades ejecutoras	Objetivos	Área de intervención	Presupuesto y fuente de financiamiento
2014 – 2020		• Fortalecer la capacidad de predicciones meteorológicas de las instituciones públicas vinculadas a fenómenos climáticos y difusión de información entre las organizaciones de productores rurales. • Apoyar la implementación de políticas públicas para el desarrollo de cultivos de cacao y café.		
Mejoramiento de las capacidades productivas y organizativas de los productores de cacao en el triángulo minero de Nicaragua (PROCACAO) 2014-2017[32]	• MEFCCA	• Fortalecer las capacidades técnicas, organizativas y empresariales de los productores organizados, comercializando cacao y productos SAF agrícolas. • Incrementar la producción, productividad y calidad del cacao y su SAF con medidas de adaptación al cambio climático.	Las Minas, RACCN	US$ 4.2 Millones COSUDE, Gobierno de Nicaragua, ONUDI

Fuente: Elaboración propia.

[32] https://open.unido.org/api/documents/3505684/download/Informe%20De%20Progreso%20Nicaragua%20120021



7 Barreras, Necesidades y Apoyo Recibido

7.1. Barreras y Necesidades Conexas de Financiación, Tecnología y Capacidad para la Gestión del Cambio Climático en Nicaragua

7.1.1. Barreras y necesidades de financiación, tecnología y capacidad

Este capítulo se enmarca en los lineamientos propuestos por el Anexo I de la CMNUCC para la presentación de las Comunicaciones Nacionales, de conformidad con los lineamientos establecidos por la COP8 en la decisión 17/CP.8. Sin embargo, por las brechas y barreras de las capacidades nacionales, se realiza una descripción cualitativa, la cual constituirá la base para desarrollar un análisis en profundidad que disponga evidencias específicas que fortalecerán los contenidos de los próximos reportes.

La información presentada proviene de entrevistas estratégicas y de fuentes secundarias, la cual está organizada en matrices divididas en seis componentes asociados a las barreras y necesidades identificadas: Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV Integral); Mecanismo de Desarrollo Limpio; Medidas de mitigación; Inventario de Gases de Efecto Invernadero; Información y observación sistemática del clima, riesgo climático y vulnerabilidad; y Adaptación al cambio climático.

Finalmente, se incluye una sección dedicada al financiamiento para la gestión del cambio climático desarrollado a partir del análisis de los Informes de Cooperación Oficial Externa publicados por Banco Central de Nicaragua, en el período 2010 -2015.

Tabla 117. Sistematización de barreras y necesidades en financiación, tecnología y capacidades

Componente	Tipo	Descripción	Necesidad/Oportunidad
Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV Integral)	Barreras de financiamiento, capacidades y tecnología	• Limitaciones técnicas y tecnológicas de las instituciones vinculadas al sistema.	• Definir y regular los arreglos institucionales para la implementación del MRV Integral. • Desarrollar o actualizar las metodologías de la cadena de procesos del MRV, incluyendo el control de calidad, desde la recolección y captura de los datos primarios hasta el procesamiento, cálculo, análisis y desarrollo de los informes. • Capacitar y entrenar a las instituciones en los procesos de captura, sistematización y análisis de la información relacionada al sistema. • Fortalecer el equipamiento tecnológico de las unidades institucionales vinculadas al sistema.
Mecanismo de Desarrollo Limpio	Barreras de capacidades	• Limitaciones técnicas de las entidades con atribuciones sobre el mecanismo. • Escasa promoción del MDL.	• Fortalecer la gobernanza del MDL en Nicaragua de acuerdo con las circunstancias nacionales y a las directrices y procedimientos definidos por la CMNUCC y el Protocolo de Kioto. • Fortalecer las capacidades nacionales para la sistematización de información pertinente para el desarrollo de proyectos MDL.

Componente	Tipo	Descripción	Necesidad/Oportunidad
Mecanismo de Desarrollo Limpio	Barreras de capacidades	• Reducido número de profesionales del sector público y privado capacitadas para apoyar el ciclo de proyectos MDL en Nicaragua. • Débiles estadísticas sobre variables específicas, que dificultan el diseño de proyectos o iniciativas.	• Aprovechar la experiencia y lecciones aprendidas en el país sobre el MDL, para promover o fortalecer otras iniciativas de mitigación. • Implementar programas de divulgación y promoción de los beneficios del MDL. • Desarrollar y apoyar programas de actualización continua sobre las directrices, metodologías y procesos MDL, dirigido a los desarrolladores de proyectos del sector público y privado.
Medidas de mitigación	Barreras de capacidades	• Débil identificación e implementación de medidas de mitigación, así como oportunidades. • Limitadas estimación de los aportes de las medidas de mitigación al cambio climático.	• Fortalecer las capacidades de SNGCC para identificar y monitorear las medidas de mitigación. • Determinar iniciativas de mitigación a nivel nacional y sectorial. • Desarrollar un portafolio de oportunidades identificadas para la implementación de las medidas de mitigación y fomentar su promoción. • Fortalecer los mecanismos de apalancamiento financiero nacional e internacional, que permita

Componente	Tipo	Descripción	Necesidad/Oportunidad
Medidas de mitigación	Barreras de capacidades	• Desconocimiento general sobre los potenciales beneficios económicos y sociales.	apoyar iniciativas de mitigación en Nicaragua (incentivos, préstamos, entre otros). • Desarrollar guías para la planificación, el diseño y la implementación de las medidas de mitigación en Nicaragua. • Aprovechar las múltiples experiencias del mecanismo de REDD+, ya que constituye la actividad de mitigación más avanzada en pago por resultados de reducción de emisiones y un proceso completo de MRV de bosque.
Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI)	Barreras de financiamiento, capacidades y tecnología	• Débiles arreglos institucionales para su formulación. • Carencia de bases de datos históricas necesarias para su elaboración. • Dependencia de la cooperación internacional para su preparación a corto plazo. • Dificultades para disponer de financiamiento a	• Fortalecer los arreglos institucionales para garantizar su elaboración periódica vinculado al proceso de MRV. • Fortalecer las capacidades del equipo técnico nacional para su elaboración y compilación. • Construir un sistema de gestión de información de las estadísticas nacionales por sector para la SCCP, como estrategia para el manejo de bases de datos institucionales relacionadas con los sectores, que incluye estructuras de datos homologadas, tecnologías y metodologías de procesamiento y almacenamiento, así como capacidades para la recolección y el análisis.

Componente	Tipo	Descripción	Necesidad/Oportunidad
Inventario de Gases de Efecto Invernadero		mediano y largo plazo para asegurar su sostenibilidad. • Limitadas capacidades técnicas, tecnológicas y financieras para el monitoreo del cambio de uso del suelo para la estimación de emisiones del sector AFOLU. • Limitadas capacidades para la gestión de la información. • Limitaciones técnicas y metodológicas para el aseguramiento de la calidad y procedimientos de control de calidad	• Crear estructuras sectoriales en cada institución para la estimación de GEI. • Incorporar a las universidades y centros de investigación en la elaboración de investigaciones relevantes. • Fortalecer los sistemas estadísticos relacionados con los sectores. • Desarrollar e institucionalizar un sistema nacional de INGEI. • Elaborar e implementar una estrategia para la mejora continua de los INGEI, que incluya asistencia técnica y financiera para su sostenibilidad, considerando los logros alcanzados con la Cuarta Comunicación y el Primer BUR de Nicaragua. • Priorizar la investigación para la definición de Factores de Emisión (FE) con bajos niveles de incertidumbre. • Desarrollar y sostener una plataforma de divulgación del INGEI en línea. • Implementar un programa de divulgación de los resultados en las diferentes entidades académicas y de investigación.

Componente	Tipo	Descripción	Necesidad/Oportunidad
Inventario de Gases de Efecto Invernadero			• Implementar un programa de capacitación permanente sobre la elaboración del INGEI y contabilidad de carbono. • Impulsar, asistir técnicamente y capacitar en el uso de metodologías, procedimientos y herramientas tecnológicas que faciliten el monitoreo, reporte y verificación para reducir la incertidumbre. • Internalizar los costos de formulación y actualización de los mapas de uso de la tierra en los presupuestos institucionales. • Propiciar la revisión por expertos independientes de los productos sectoriales, tanto del INGEI, como los niveles de referencia. • Impulsar, asistir técnicamente y capacitar en el uso de metodologías y procedimientos para el aseguramiento y control de la calidad a los técnicos nacionales.

Componente	Tipo	Descripción	Necesidad/Oportunidad
Información y observación sistemática del clima, riesgo climático (amenazas y vulnerabilidad)	Barreras de financiamiento, capacidades y tecnología	• Altos costos en la operación de las estaciones hidrometereológicas y elevados recursos para los procesos de generación, interpretación y actualización de proyecciones climáticas. • Debilidad en los procesos de actualización y depuración de las bases de datos meteorológicas. • Poco personal para la captura, procesamiento, interpretación y análisis de estudios de amenazas, vulnerabilidad y riesgo climático a escala sectorial o territorial.	• Fortalecer las capacidades institucionales para la gestión de la información climática, para el manejo de metodologías de captura y análisis de riesgo a través de la profesionalización del talento humano nacional y la modernización de la infraestructura de datos espaciales de Nicaragua. • Internalizar los costos de formulación y actualización de los análisis de riesgo climático en los presupuestos institucionales y establecer una estrategia de financiamiento sostenible para la observación del clima en Nicaragua. • Fortalecer los procesos institucionales, financieros y técnicos del INETER. • Desarrollar un inventario de información oficial disponible para la elaboración de estudios de vulnerabilidad y riesgo climático. • Propiciar espacios de articulación e intercambio de experiencias en la observación sistemática del cambio climático, con instituciones referentes a nivel internacional. • Generar catálogos técnicos que contengan análisis comparativos y lecciones aprendidas de las diferentes metodologías de análisis de vulnerabilidad y riesgo climático.

Componente	Tipo	Descripción	Necesidad/Oportunidad
Información y observación sistemática del clima, riesgo climático (amenazas y vulnerabilidad)			• Modernizar los Servicios Hidrometereológicos del país para reforzar la construcción y análisis de escenarios climáticos y los sistemas de alerta temprana. • Fortalecer las capacidades de los técnicos especialistas en teledetección para el análisis del clima y riesgo climático. • Fortalecer los procesos de modelación del cambio climático y la variabilidad climática asociada con los impactos en los sistemas productivos. • Actualizar el atlas climático de Nicaragua con base a modelos disponibles en el Sexto Informe del IPCC.
Adaptación al cambio climático	Barreras de capacidades	• Limitadas capacidades para la planificación, monitoreo y evaluación de la adaptación al cambio climático.	• Impulsar la formulación del Plan Nacional de Adaptación. • Generar manuales y protocolos en las instituciones gubernamentales para que incluyan las variables de adaptación al cambio climático en sus procesos, programas y proyectos. • Construcción de capacidades para demostrar la racionalidad climática en ideas de proyecto financiables con fondos climáticos de carácter bilaterales y multilaterales.

Componente	Tipo	Descripción	Necesidad/Oportunidad
Adaptación al cambio climático	Barreras de capacidades		• Construir capacidades para la evaluación del costo de oportunidad de las principales acciones y medidas de adaptación implementadas en Nicaragua (incluyendo costos de la no adaptación). • Fomentar el diseño de medidas y acciones de adaptación a partir de análisis multicriterio y enfoque participativo. • Desarrollar capacidades para aplicar instrumentos que estimen el valor económico de los servicios ecosistémico del bosque y su vinculación con la adaptación. • Formalizar las metodologías e instrumentos para la medición, reporte y verificación del impacto de la adaptación en los diferentes programas y proyectos. • Fortalecer las capacidades para la implementación de medidas y prácticas de Adaptación basada en Ecosistemas. • Fortalecer las capacidades nacionales para el análisis de la adaptación sensible al género y los pueblos originarios y afrodescendientes en las acciones de adaptación.

Componente	Tipo	Descripción	Necesidad/Oportunidad
			• Fortalecer las capacidades a las universidades para el desarrollo de investigación aplicada a la adaptación al cambio climático. • Impulsar la generación de herramientas que ayuden a la difusión y comunicación de avances y resultados de la adaptación.

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas a informantes clave y de fuentes secundarias.

Especialistas entrevistados para la identificación de barreras y necesidades

Tabla 118. Listado de especialista entrevistados

Sector	Subsector	Nombre entrevistado	Cargo ejercido durante el período 2010 – 2015 y 2016 – 2018
Medio Ambiente	Recursos Hídricos	Msc. Luis Moreno Delgado	Subdirector CIRA/UNAN-Managua.
		Msc. Paola Castillo	Directora General de Cuencas (Autoridad Nacional del Agua (ANA))
		Msc. Isabel Castillo	Jefe de Oficina de Agua y Saneamiento Fondo de Inversión Social de Emergencias (FISE)
	Bosques y biodiversidad	Dr. José Antonio Milán	Asesor científico de Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales – (INETER), Coordinador Proyecto Tercera Comunicación.
		PhD, Denis Fuentes	Planificación Ministerio del Ambiente y Los Recursos Naturales –(MARENA).
		Msc. Fernando Carrera	Coordinador del curso e Investigador del Programa de Bosques, Biodiversidad y Cambio Climático (CATIE).
		PhD Norvin Sepúlveda	Responsable de la Oficina Técnica Nacional de CATIE en Nicaragua durante el período 2016-2018
Agropecuario	Agricultura	Msc. Douglas Benavides	Coordinador proyecto “Enfoque Territorial contra el cambio climático, medidas de adaptación y reducción de vulnerabilidad” (PNUD).
		Ing. Humberto Solórzano	Propietario reserva Silvestre privada, directivo de Movimiento agroecológico y orgánica de Nicaragua (MAONIC).
Agropecuario	Ganadería bovina	Msc. Felipe Romero	Productor Agropecuario del corredor seco de Nicaragua. Coordinador Técnico de semillas para el desarrollo y enlace técnico del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas a informantes clave y de fuentes secundarias.

7.1.2. Financiamiento para la gestión del cambio climático

Para la preparación de esta sección, se analizaron los Informes de Cooperación Oficial Externa (ICOE) publicados por el Banco Central de Nicaragua, para los años de reporte 2010 al 2015 (BCN, 2010-2015)[33].

El ICOE inició en 2007, con el propósito de presentar los flujos relacionados con desembolsos de préstamos y donaciones que el país recibe de cooperantes oficiales. La cobertura de la cooperación incluida en esta sección está referida exclusivamente a los flujos que los gobiernos extranjeros, o sus agencias oficiales, destinan a Nicaragua, ya sea de manera bilateral o a través de instituciones multilaterales. Las fuentes de información se agrupan en tres tipos:

1. Instituciones del sector público: información de donaciones al sector público del Ministerio de Relaciones Exteriores (MINREX), información de préstamos al Sistema Financiero Nacional (SFN) de la Superintendencia de Bancos y Otras Instituciones Financieras (SIBOIF) e información de préstamos al sector público del BCN.
2. Instituciones privadas: información de préstamos al sector privado de empresas que reportan su deuda externa al BCN en cumplimiento del Artículo 83 y el Anexo N°9 de las Normas Financieras del BCN.
3. Comunidad cooperante: información de donaciones al sector privado y ONG de las embajadas de diferentes países, agencias oficiales y Delegación de la Unión Europea, así como información de préstamos al sector privado por parte de acreedores bilaterales y multilaterales.

Para realizar el análisis se construyó una base de datos que incluye variables que permiten visualizar las fuentes de financiamiento, el destino de los fondos y los montos de apoyo recibidos destinados a proyectos relacionados con la gestión del cambio climático en Nicaragua. A continuación, se presentan los resultados del análisis:

Durante el período de reporte la cooperación oficial externa destinada a la gestión del cambio climático alcanzó US$ 335.9 millones de dólares distribuidos en 99 proyectos, que representan el 4.49% del total registrado durante el período 2010-2015. Los montos más representativos en términos presupuestario se colocan entre el 2013 y el 2015, siendo el 2014 el año con importantes desembolsos, que asciende a US$ 90.1 millones de dólares (Figura 120).

[33] Banco Central de Nicaragua (BCN) (2015). Informes de Cooperación Oficial Externa (ICOE) 2010 – 2015. cooperacion_oficial | Banco Central de Nicaragua (bcn.gob.ni)

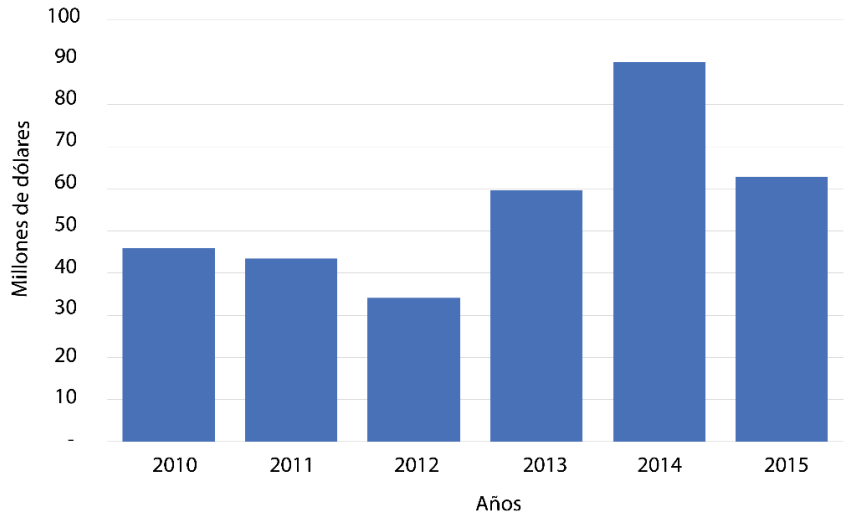


Figura 120. Financiamiento externo para la gestión del cambio climático

Fuente: Informe de la Cooperación Oficial Externa (BCN, 2021).

Se realizó una clasificación de los proyectos financiados con recursos de cooperación externa, considerando las siguientes categorías: adaptación, mitigación, Gestión de Riesgos ante Desastres (GRD) y fortalecimiento de capacidades para la gestión del cambio climático.

Durante 2010-2015, la cooperación externa se concentra en los proyectos de adaptación y de gestión de riesgos ante desastres, debido a que el país es altamente vulnerable y durante el período 2007-2015, se han intensificado los eventos extremos, requiriendo mayor inversión para la recuperación post evento, por ejemplo, Huracán Félix -2007 y Depresión Tropical 12E – 2011 (Figura 121).

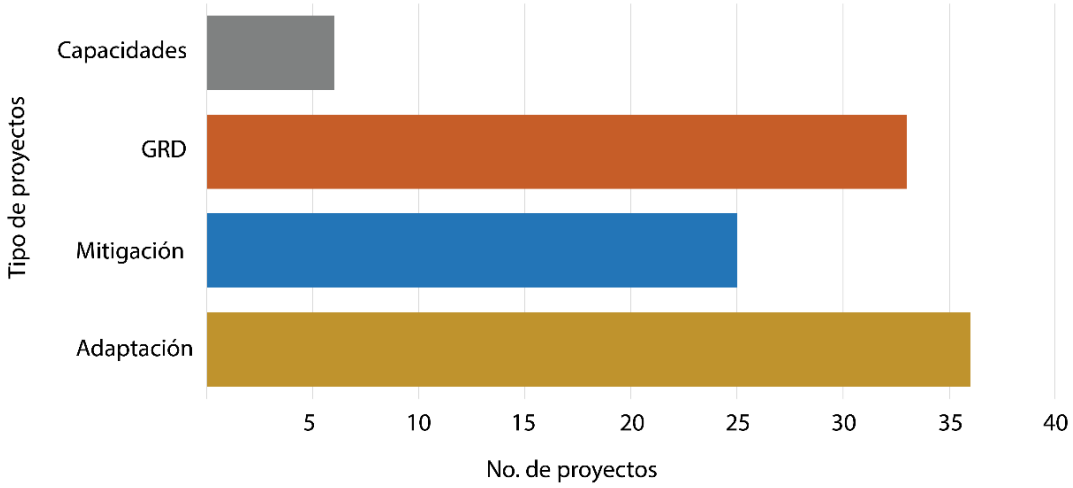


Figura 121. Proyectos con financiamiento externo

Fuente: Elaboración propia en base al Informe de la Cooperación Oficial Externa (BCN, 2021).

En términos financieros, las acciones de mitigación perciben mayores recursos, representando el 68% de la Cooperación Oficial Externa reportadas por el BCN. En el caso de adaptación GRD y fortalecimiento representa el 18.64%, 12.65%, 0.21% respectivamente (Tabla 119). El 83 de los 99 proyectos son ejecutados por el sector público (Tabla 120).

Tabla 119. Tipos de proyectos

Tipo de proyectos	US$ Millones	%
Mitigación	230.1	68.50
Adaptación	62.6	18.64
Grd	42.5	12.65
Fortalecimiento de capacidades	0.7	0.21

Fuente: Elaboración propia en base al Informe de la Cooperación Oficial Externa (BCN, 2021).

Tabla 120. Proyectos por receptor de financiamiento externo

	MILLONES US$	No. PROYECTOS
Sector Público	334.1	83
Sector Privado	1.8	16
Cooperación Total	**335.9**	**99**

Fuente: Elaboración propia en base al Informe de la Cooperación Oficial Externa (BCN, 2021).

7.1.3. Financiamiento para la formulación de la Cuarta Comunicación Nacional

El GRUN representado por la SCCP con el acompañamiento de FAO, implementan desde el año 2020 los proyectos (i) “Habilitación de la preparación de la Cuarta Comunicación Nacional de Nicaragua y el Primer Informe Bienal de Actualización a la CMNUCC” y (ii) Fortalecer capacidades institucionales y técnicas en los sectores agropecuario y forestal de Nicaragua para responder a los requerimientos del Marco de Transparencia Reforzado (MTR) bajo el Acuerdo de París” (CBIT Nicaragua).

Ambos proyectos contribuyen en generar el conocimiento requerido y fortalecer las capacidades para que Nicaragua cumpla con los compromisos climáticos internacionales presentados en los reportes a la CMNUCC. Además, cumplir con las modalidades, procedimientos y directrices que fueron aprobadas en la COP24 en diciembre de 2018 (Tabla 121).

Tabla 121. Presupuestos de proyectos Cuarta Comunicación Nacional

Proyecto	Presupuesto (Fondo Fiduciario GEF)	Co-financiamiento	Período de Ejecución
Habilitación de la preparación de la Cuarta Comunicación Nacional de Nicaragua y el Primer Informe Bienal de Actualización a la CMNUCC	$852,000	$443,400	2020-2023
Fortalecer capacidades institucionales y técnicas en los sectores agropecuario y forestal de Nicaragua para responder a los requerimientos del Marco de Transparencia Reforzado (MTR) bajo el Acuerdo de París	$ 863,242	$ 309,600	2020-2023

Fuente: Elaboración propia.

Referencias Bibliográficas

Autoridad Nacional del Agua (ANA), Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ), Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), y Programa de Asistencia Técnica en Agua y Saneamiento (PROATAS). (2014). Cuencas Hidrográficas de Nicaragua bajo la metodología Pfafstetter. https://www.proatas.org.ni/wp-content/uploads/2022/08/Album_Cuencas_Nic_res_reduc.pdf

Banco Central de Nicaragua (BCN). (2011). Anuarios de Estadísticas Macroeconómicas 2011. Gobierno de Nicaragua. Managua. https://www.bcn.gob.ni/system/files_force/documentos/anuario_estadistico_2011.pdf?download=1

Banco Central de Nicaragua (BCN). (2013). Anuarios de Estadísticas Macroeconómicas 2013. Gobierno de Nicaragua. Managua. https://www.bcn.gob.ni/system/files_force/documentos/anuario_estadistico_2013.pdf?download=1

Banco Central de Nicaragua (BCN). (2015). Anuarios Estadísticos. Gobierno de Nicaragua. Managua. https://www.bcn.gob.ni/estadisticas

Banco Central de Nicaragua (BCN). (2016). Anuarios de Estadísticas Macroeconómicas 2016. Gobierno de Nicaragua. Managua. https://www.bcn.gob.ni/system/files_force/documentos/anuario_estadistico_2016.pdf?download=1

Banco Central de Nicaragua (BCN). (2021). Cuadros de Anuario de Estadísticas Macroeconómicas. Managua. https://www.bcn.gob.ni/cuadros-de-anuario-de-estadisticas-macroeconomicas-2021

Banco Central de Nicaragua (BCN). (2022). Informe de la Cooperación Oficial Externa 2021. Managua. BCN. https://www.bcn.gob.ni/system/files_force/documentos/Informe%20de%20Cooperaci%C3%B3n%20Oficial%20Externa%202021%20total.pdf?download=1

Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE) (2018). Estrategia de País Nicaragua 2018-2022. Tegucigalpa, Honduras

Banco Mundial (BM) (2018a). A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050 https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317

Banco Mundial (BM) (2018b). Datos Libres de Acceso. https://datos.bancomundial.org/indicator

Blunden, J., & Baringer, M. (2011). State of the Climate in 2010.

Caribbean Catastrophe Risk Insurance Facility Segregated Portfolio Company (CCRIF). (2017). *Ciclón Tropical Nate (AL162017)*. https://www.ccrif.org/sites/default/files/publications/eventreports/20171005_CCRIF_EventBriefing_TC-Nate_20171007_NIC_Final_Spanish.pdf

Climate Central (2021). https://www.climatecentral.org/

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2011). *Resumen regional del impacto de la depresión tropical 12-e en centroamérica. Cuantificación de daños y pérdidas sufridos por los países de la región en el mes de octubre de 2011*. https://www.cepal.org/es/publicaciones/37546-resumen-regional-impacto-la-depresion-tropical-12-centroamerica-cuantificacion

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2012). Análisis de la reducción del azufre en el combustible diésel en El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua. México D.F. CEPAL. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/26095/LCmexL1083_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (CEPAL). (2015a). *Assessment of the effects of disasters in Latin America and the Caribbean, 1972-2010*. https://repositorio.cepal.org/handle/11362/39883

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2015b). Informe Nacional de Monitoreo de la Eficiencia Energética de Nicaragua. Santiago de Chile. CEPAL. https://repositorio.cepal.org/handle/11362/38910

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2018a). Base de Datos y Publicaciones Estadísticas. https://estadisticas.cepal.org/cepalstat/WEB_CEPALSTAT/estadisticasIndicadores.asp

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2018b). Climate Change in Central America: Potential Impacts and Public Policy Options. https://www.cepal.org/en/publications/39150-climate-change-central-america-potential-impacts-and-public-policy-options

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) & Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD). (2002). *El impacto socioeconómico y ambiental de la sequía en Centroamérica 2001*. https://www.gfdrr.org/sites/default/files/publication/pda-2001-centralamerica.pdf

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V, Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., & van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, *387*(6630), 253–260. https://doi.org/10.1038/387253a0

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) (2003). Informe de la Conferencia de las Partes sobre su Octavo Período de Se- siones. CMNUCC. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/spanish/cop8/cp807a02s.pdf#page=4

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) (2012). Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 17 período de sesiones, celebrado en Durban del 28 de noviembre al 11 de diciembre de 2011. CMNUCC. https://unfccc.int/resource/docs/2011/cop17/spa/09a02s.pdf

De Groot, R., Brander, L., van der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L., Christie, M., Crossman, N., Ghermandi, A., Hein, L., Hussain, S., Kumar, P., McVittie, A., Portela, R., Rodriguez, L. C., ten Brink, P., & van Beukering, P. (2012). Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services*, *1*(1), 50–61. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.07.005

Dirección General de Geología y Geofísica Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (DGM-INETER) (2022). Base de datos de deslizamientos.

Dirección General de Meteorología. Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (DGM-INETER) (2022). Base de datos de Ciclones tropicales que han ingresado al territorio nicaragüense en el período (1892-2012).

Dirección General de Ordenamiento Territorial. Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (DGM-INETER) (2022). Bases de datos geoespaciales.

Dirección General de Recursos Hídricos. Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (DGRH - INETER) (2022). Base de datos de inundaciones.

Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) (2012). Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento

Humano (PISASH). Managua.

Edwards, D. C. y T. B. McKee (1997). Characteristics of 20th century drought in the United States at multiple time scales. Climatology Report 97-2, Departamento de Ciencia Atmosférica, Universidad del Estado de Colorado, Fort Collins, Colorado.

Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantari-llados Sanitarios (ENACAL). (2017). Plan Nacional de Recursos Hídricos (PNRH).

Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) (2012). Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento Humano (PISASH). Managua.

Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) (2018). Base de datos de Aguas Residuales Domésticas. En: Secretaría de Cambio Climático de la Presidencial de la República (SSCP)

European Environment Agency (2007). EMEP/CORINAIR Emissions Inventory Guidebook. https://www.eea.europa.eu/publications/EMEPCORINAIR5

Fankhauser, S., & Dietz, S. (2014). *Non-economic losses in the context of the UNFCCC work programme on loss and damage*. https://eprints.lse.ac.uk/64554/1/Fankhauser-Dietz-Gradwell-Loss-Damage-final.pdf

Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal (FUNICA) (2012). Estado actual oportunidades y propuestas de acción del sector agropecuario en Nicaragua. Managua. FUNICA. https://funides.com/publicaciones/estado-actual-oportunidades-y-propuestas-de-accion-del-sector-agropecuario-y-forestal-en-nicaragua/

Global Water Partnership (GWP). (2016). *Análisis socioeconómico del impacto sectorial de la sequía de 2014 en Centroamérica*. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/impacto-sequia-2014_fin.pdf

Gobierno de Nicaragua (2000). Decreto Ejecutivo N°66-99. Actualización y Precisión de Categorías y Limites de las Áreas Protegidas ubicadas en el Territorio del Sureste de Nicaragua. La Gaceta, Diario Oficial N°116 del 18 de junio de 1999. http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/3133c0d121ea3897062568a1005e0f89/5f5a230633eb33290625723a00600179?OpenDocument

Gobierno de Nicaragua. (2001a). Decreto Ejecutivo N°25-2001. Plan Ambiental De Nicaragua 2001-2005. http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/9e314815a08d4a6206257265005d21f9/89068579baf511e5062570a600647e7f?OpenDocument

Gobierno de Nicaragua (2001b). Ley N°407. Ley que declara y define la Reserva de Bosawas. La Gaceta, Diario Oficial N°244 del 24 de diciembre de 2001. http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/b92aaea87dac762406257265005d21f7/276abf1f6374c9f2062570ae0052d6aa?OpenDocument

Gobierno de Nicaragua (2002). Decreto Ejecutivo N°21-2002. Creador de la Oficina Nacional de Desarrollo Limpio. La Gaceta Diario Oficial N° 56 del 21 de mayo 2002.

Gobierno de Nicaragua (2004). Decreto Ejecutivo N°13-2004. Decreto de Establecimiento de la Política de Energética de Nicaragua. La Gaceta Diario Oficial N° 45 del 4 de marzo 2004.

Gobierno de Nicaragua (2005). Ley N° 532 para la promoción de generación eléctrica con fuentes renovables. La Gaceta. Diario Oficial No. 102 de 27 de mayo del 2005. gaceta 102 (asamblea.gob.ni)

Gobierno de Nicaragua (2009a). Decreto Ejecutivo N°69–2008: Política Nacional de Desarrollo Sostenible del Sector Forestal de Nicaragua. La Gaceta, Diario Oficial N°. 03 del 07 de enero de 2009. POLÍTICA NACIONAL DE DESARROLLO SOSTENIBLE DEL SECTOR FORESTAL DE NICARAGUA (asamblea.gob.ni)

Gobierno de Nicaragua (2009b). Decreto Presidencial N° 69-2008 de Decreto de la Política Nacional de Desarrollo Sostenible del Sector Forestal. Gaceta, Diario Oficial N°. 3 del 7 de enero de 2009 http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/b92aaea87dac762406257265005d21f7/0b71c13802f745fc0625757c0073e5eb?OpenDocument

Gobierno de Nicaragua (2009c) Plan Nacional de Desarrollo Humano Actualizado 2009-2011 http://www.pndh.gob.ni/documentos/planesanteriores/01_PNDH_2009-2011(Sept.2009).pdf

Gobierno de Nicaragua (2009d). Resolución No. 003-2009. 17 de junio del 2009. Sobre el cambio climático y su adaptabilidad en Nicaragua. Gaceta, Diario Oficial, No. 126 del 07 de Julio del 2009. http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/bbe90a5bb646d50906257265005d21f8/e3dd5f8c658c2f980625765500511205?OpenDocument

Gobierno de Nicaragua (2011a). Ley N° 7655. Ley de Fomento a la Producción agroecológica u orgánica. La Gaceta, Diario Oficial No. 124 del 5 de julio de 2011. Ley Nº 765 - Ley de fomento a la producción agroecológica u orgánica. Texto refundido. | UNEP Law and Environment Assistance Platform

Gobierno de Nicaragua (2011b). Ley N° 863. Ley de reforma a la Ley N° 337 creadora del Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (SINAPRED). g90.pdf (asamblea.gob.ni)

Gobierno de Nicaragua (2012). Plan Nacional de Desarrollo Humano 2012-2016. Plan Nacional de Desarrollo Humano 2012-2016 "A seguir transformando Nicaragua" | Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo (cepal.org)

Gobierno de Nicaragua (2013). Ley N°833. Ley que declara y define los límites de la Reserva de Biosfera de la Isla de Ometepe. http://legislacion.asamblea.gob.ni/SILEG/Iniciativas.nsf/0/1f9c5b0a4fb3caf506257adb00660801/$FILE/LEY%20N%C2%B0.%20833%20BIOSFERA%20DE%20OMETEPE.pdf

Gobierno de Nicaragua (2016). Ley N° 28. Estatuto de Autonomía de las Regiones de la Costa Caribe de Nicaragua con sus Reformas Incorporadas.

Gobierno de Nicaragua (2018a). Ley N°59. Reformas e Incorporaciones a la Ley N°59 Ley de División Política Administrativa. Gaceta, Diario Oficial No. 189 del 6 de octubre de 1989. https://cutt.ly/bHTqMO0

Gobierno de Nicaragua (2018b). Plan Nacional de Desarrollo Humano 2018-2021. http://www.pndh.gob.ni/documentos/planesanteriores/03_PNDH_2017-2021(12dic2017).pdf

Gobierno de Nicaragua (2019a). Decreto Presidencial N°07-2019. Decreto para establecer la Política Nacional de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y de Creación del Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático. Gaceta, Diario Oficial No. 27 del 11 de febrero de 2019.

Gobierno de Nicaragua (2019b). Informe de Nicaragua 2019, ante la CEDAW.

Gobierno de Nicaragua (2021a). Plan Nacional de Lucha contra la Pobreza y Desarrollo Humano 2022-2026. Planes Nacionales de Desarrollo Humano Anteriores (pndh.gob.ni)

Gobierno de Nicaragua (2021b). Primer Examen Nacional Voluntario sobre la implementación de la Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible para el período 2007-2020. Informe Nacional Voluntario 2021 de Nicaragua | ODS 9

Gobierno de Nicaragua (2021c). Decreto Presidencial N°06-2021. De Reformas al Decreto N° 111-2007, Reglamento de la Ley N° 290, Ley de Organización, Competencia y Procedimientos del Poder Ejecutivo. Creador de la Secretaría de Cambio Climático de la Presidencia de la República de Nicaragua. Gaceta, Diario Oficial, No. 84 del 10 de mayo del 2021.

Gobierno de Nicaragua (2021d). Decreto Presidencial N°15-2021. Creación del Sistema Nacional de Gestión del Cambio Climático y Establecimiento de los Principios y Lineamientos de la Políticas Nacional de Cambio Climático. Presidencia de la República de Nicaragua. Gaceta, Diario Oficial N° 120 del 30 de junio de 2021. http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/b92aaea87dac762406257265005d21f7/f0e9cc51d3075639062587060060104e?OpenDocument#:~:text=Que%20mediante%20Decreto%20Presidencial%20No,en%20materia%20de%20cambio%20clim%C3%A1tico

Gobierno de Nicaragua (2021e). Plan Nacional de Lucha contra la Pobreza y Desarrollo Humano 2022-2026. Planes Nacionales de Desarrollo Humano Anteriores (pndh.gob.ni)

Gobierno de Nicaragua (2021f). Primer Examen Nacional Voluntario sobre la implementación de la Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible para el período 2007-2020. Informe Nacional Voluntario 2021 de Nicaragua | ODS 9

Gobierno de Nicaragua (2022a). Decreto Presidencial N°04-2022. Aprobación de la Política Nacional de Cambio Climático. Gaceta, Diario Oficial N° 35 de 22 de febrero de 2022.

Gobierno de Nicaragua (2022b). Decreto N°21-2022. Creador del Comité Nacional de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero Gaceta Diario Oficial N°56 del 21 de marzo del 2022.

Instituto Nicaragüense de Energía (INE). (2017). Estadísticas del Instituto Nicaragüense de Energía 2000-2015. Managua. INE. https://www.ine.gob.ni/index.php/electricidad/serie-historica/

Instituto Nicaragüense de Energía (INE) (2022). Serie histórica de estadísticas eléctricas. capacidad_instalada_serie_2010-2020_actjul21.pdf (ine.gob.ni)

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) (2014a). Dirección Nacional de Meteorología. Atlas Climático de Nicaragua (1971-2010).

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) (2014b). Plan Nacional de Adaptación a la Variabilidad y Cambio Climático en Nicaragua.

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). (2017). Base de datos cartográfica de la Dirección General de Ordenamiento Territorial. Managua. En: INETER

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) (2018). Compendio de Potencial Agrícola de Nicaragua. INETER, Dirección General de Ordenamiento Territorial, Managua.

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). (2022). “Escenarios de Clima Futuro de Nicaragua, período 2021 – 2100" Dirección General de Meteorología, Managua.

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). (2022a). “Evaluación de la vulnerabilidad territorial de la República de Nicaragua al cambio climático 2022” Dirección General de Ordenamiento Territorial, Managua.

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) y Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA). (2016). Base de datos del Atlas de Escenarios Climáticos de Nicaragua hasta el Año 2080. Managua. INETER y MARENA. En: INETER.

Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal (INIFOM). (2007). Caracterización de Residuos Sólidos. Managua. INIFOM

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2001). III Censo Nacional Agropecuario CENAGRO. Managua. INEC. https://www.inide.gob.ni/Estadisticas/cenagro3

Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE). (2006). VIII Censo de Población y IV de Vivienda https://www.inide.gob.ni/docu/censos2005/VolVivienda/Vol%20I/Vol.I%20Vivienda%20Departamentos%20Regiones%20Autonomas.pdf

Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE). (2016). Anuario Estadístico 2000 al 2015. Managua. INIDE. https://www.inide.gob.ni/Home/Anuarios

Instituto Nacional Forestal (INAFOR). (2008). Programa Nacional Forestal. Managua INAFOR. http://www.marena.gob.ni/Enderedd/wp-content/uploads/Docs/Documentos%20Tecnicos/Analisis%20%20Sector%20Forestal%20Nic%20Inafor.pdf

Instituto Nacional Forestal (INAFOR) (2009). Resultados del Inventario Nacional Forestal: Nicaragua, 2007-2008. http://catalogo.ihnca.edu.ni/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=61900&query_desc=su%3A%22Bosques%20%22

Instituto Nacional Forestal (INAFOR) (2019). Datos del Sistema de Registro y Control de Operaciones del Instituto

Instituto Nacional Forestal (INAFOR) (2016). Estrategias y logros en la reducción de la Deforestación en Nicaragua (2007-2015). http://www.proyectomesoamerica.org:8088/ems a/documentos/Capacitaciones/ForoTecCDMX/Bloque%20VI.%20ESTRATEGIAS%20Y%20LOGROS%20EN%20LA%20REDUCCION%20DE%20LA%20DEFORESTACION%20EN%20NICARAGUA%20-%20Mario%20Francisco%20Garcia%20Roa.pdf

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2019). Refinement to the 2006 IPCC guidelines. Calvo E., Tanabe K., Kranjc A., Jamsranjav B., Fukuda M., Ngarize S., Osako, A., Pyrozhenko Y., Shermanau P., Federici S. (eds). IGES, Japan. IPCC. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/0_Overview/19R_V0_00_Cover_Foreword_Preface_Dedication.pdf

Jarquín, M. (2012). Análisis de la Cadena de Valor de la Carne de Cerdos y sus Derivados. Instituto de Investigación y Desarrollo. Managua. NITLAPAN-FAO. http://repositorio.uca.edu.ni/2960/1/2012_Analisis_CadenadeValor_Carne.pdf

McKee, T.B., N.J. Doesken and J. Kleist (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scale. In: Proceedings of the Eighth Conference on Applied Climatology, Anaheim, California,17 a 22 de enero de 1993. American Meteorological Society, Boston, 179–184.

Milán, J. (2012). Apuntes sobre el Cambio Climático Nicaragua. https://cambioclimatico.ineter.gob.ni/bibliografia/Educacion%20y%20Cambio%20Clim%C3%A1tico/cambio%20climatico%20vr%202.pdf

Ministerio Agropecuario (MAG). (2016). Plan de Producción, Consumo y Comercio Ciclo, 2015-2016. Managua. MAG

Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR) e Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE) (2012). IV Censo Nacional Agropecuario. Managua. MAGFOR y INIDE. https://www.inide.gob.ni/docs/Cenagro/INFIVCENAGRO/IVCENAGROINFORME/assets/common/downloads/Informe%20Final%20IV%20CENAGRO.pdf

Ministerio de Energía y Minas (MEM) (2001). Balance Energético Nacional 2000. Managua. MEM.

Ministerio de Energía y Minas (MEM) (2002). Balance Energético Nacional 2001. Managua. MEM.

Ministerio de Energía y Minas (MEM) (2006). Encuesta Nacional de Leña. RESUMEN EJECUTIVO (marena.gob.ni)

Ministerio de Energía y Minas (MEM) (2007). Resumen Ejecutivo: Encuesta Nacional de Leña. Managua. MEM. http://www.marena.gob.ni/Enderedd/wp-content/uploads/Docs/Documentos%20Tecnicos/uso%20de%20la%20lena%20MEM.pdf

Ministerio de Energía y Minas (MEM) (2011). Estrategia Nacional de Leña y Carbón Vegetal de Nicaragua 2011-2021. Managua. MEM. http://www.marena.gob.ni/Enderedd/wp-content/uploads/Docs/Documentos%20Tecnicos

/estrategia_lena_carbon%20en%20Nicaragua.pdf

Ministerio de Energía y Minas (MEM) (2016). Balance Energético Nacional 2015. Managua. MEM. https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2017/09/Informe-Balance-Energetico-Nacional-2015.pdf

Ministerio de Energía y Minas (MEM) (2017). Proyectos de Bioenergía en Nicaragua. P-Biom_2017WEB_75dpi.jpg (3510×2484) (mem.gob.ni)

Ministerio de Energía y Minas (MEM) (2017). Proyectos de Centrales Hidroeléctricas en Nicaragua. P-Hidro_2017WEB_75dpi.jpg (3510×2484) (mem.gob.ni)

Ministerio de Energía y Minas (MEM) (2018). Plan de Expansión de la Generación Eléctrica de 2019-2033. https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2019/05/Plan-de-Expansion-de-la-Generacion-Electrica-de-2019-2033.pdf

Ministerio de Energía y Minas (MEM) (2022a). Evolución del índice de cobertura eléctrica nacional https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2022/05/Evolucion-Abril.jpg

Ministerio de Energía y Mina (MEM) (2022b). Mercado Eléctrico Nacional. Agentes-Generadores-en-Operacion-oct-2017.pdf (mem.gob.ni)

Ministerio de Hacienda y Crédito Público (MHCP). (2021). *Análisis socio-ambiental para la implementación del componente de contingencia para respuesta a emergencias (cerc) / respuesta a los huracanes eta e iota.*

Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) (2015). Plan para la Infraestructura Vial en Nicaragua. Managua. MTI.

Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA). (2001). Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Managua. PNUD-NIC -MARENA. https://cambioclimatico.ineter.gob.ni/primeracomunicacion.pdf

Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA). (2007). *Huracán Félix, La trágica devastación ambiental en Nicaragua*.

Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA). (2008). *IV Informe del Estado del Medio Ambiente*.

Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA). (2010a). *IV Informe Estado del Ambiente*.

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARENA) (2010b). Estrategia Nacional de Ambiente y Cambio Climático. Plan de Acción 2010-2015. Estrategia del Ambiente y Cambio Climático por la vida en la Madre Tierra 2010-2015 (cac.int)

Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA). (2011a). Actualización de la Política Nacional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos y su Plan de Acción. Managua. MARENA. file:///C:/Users/Dell/Downloads/Actualizacion%20de%20la%20Politica%20Nacional%20para%20la%20Gestion%20Integral%20de%20los%20Residuos%20Solidos%20y%20su%20Plan%20de%20Accion.pdf

Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA). (2011b). Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Managua. PNUD-NIC -MARENA. https://cambioclimatico.ineter.gob.ni/segundacomunicacion.pdf

Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA). (2016). Mapa Nacional de Áreas Protegidas y Reservas de Biosfera de Nicaragua. https://docplayer.es/47809108-Mapa-nacional-de-areas-protegidas-y-reservas-de-biosfera-de-nicaragua.html

Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA). (2017a). Estudio de las causas de la deforestación y la degradación forestal en

Nicaragua. “La problemática de las existencias de carbono forestal y el enfoque estratégico del Programa ENDE-REDD+ para atender estas causas a nivel nacional”. Managua. Proyecto Apoyo a la Preparación de la Estrategia de Reducción de Emisiones Provenientes de la Deforestación y Degradación de los Bosques (ENDE-REDD+) -TF099264. https://www.marena.gob.ni/Enderedd/wp-content/uploads/Fases/2.%20Estudio%20Causas%20Desforestaci%C3%B3n%20y%20Degradaci%C3%B3n%20Forestal.pdf

Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA). (2017b). Estrategia de reducción de emisiones provenientes de la deforestación y degradación de los bosques (2018-2040). https://www.marena.gob.ni/Enderedd/wp-content/uploads/Fases/13.%20Estrategia%20Nacional%20ENDE.pdf

Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA). Mapa (2017c). Capa de áreas protegidas. Managua. MARENA.

Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA). (2018a). Atlas de Cobertura Forestal y Deforestación en Nicaragua 1969-2015. http://www.marena.gob.ni/Enderedd/wp-content/uploads/MemoriasOrganizados/Investigaciones/Atlas.pdf

Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA). (2018b). Estudio de las causas de la deforestación y la degradación forestal en Nicaragua. “La problemática de las existencias de carbono forestal y el enfoque estratégico del Programa ENDE-REDD+ para atender estas causas a nivel nacional”. Managua. Proyecto Apoyo a la Preparación de la Estrategia de Reducción de Emisiones Provenientes de la Deforestación y Degradación de los Bosques (ENDE-REDD+) -TF099264. https://www.marena.gob.ni/Enderedd/wp-content/uploads/Fases/2.%20Estudio%20Causas%20Desforestaci%C3%B3n%20y%20Degradaci%C3%B3n%20Forestal.pdf

Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA). (2018c). Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. Managua. MARENA-BM. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.htmlhttps://unfccc.int/sites/default/files/resource/NC3-1-Tercera%20Comunicacion%20Nicaragua-Julio%202018.pdf

Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA). (2019). Programa de Reducción de Emisiones para el Combate al Cambio Climático y la Pobreza en la Costa Caribe, Reserva de Biosfera BOSAWAS y Reserva Biológica Indio Maíz (ERPD). Managua. Proyecto Apoyo a la Preparación de la Estrategia de Reducción de Emisiones Provenientes de la Deforestación y Degradación de los Bosques (ENDE-REDD+) -TF099264.

Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA). (2020). Niveles de Referencia de las Emisiones Forestales. Managua. MARENA. https://redd.unfccc.int/files/nref_nicaragua_vf_limpio_14072020.pdf

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (2021). Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory. https://cutt.ly/eHCTRsp

National Oceanic and Atmospheric Administration NOAA. (2022). www.ncei.noaa.gov/products/international-best-track-archive.

Organización de las Naciones Unidas (ONU) (1992). Agenda 21: Programa de Acción para el Desarrollo Sustentable, Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio Ambiente y Desarrollo, Rio de Janeiro. ONU. https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21sptoc.htm

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (1999). *Estrategia Internacional de las Naciones Unidas para la Reducción de Desastres. https://www.eird.org/americas/we/que-es-la-estrategia-internacional.html#:~:text=La%20Estrategia%20Internacional%20para%20la%20Reducci%C3%B3n%20del%20Riesgo%20de%20Desastres,un*

a%20%E2%80%9Ccultura%20de%20prevenci%C3%B3n%22.V

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2015). Fertilizantes y su uso en Centroamérica. https://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/en/c/500019/

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2018). Base de Datos Estadísticos. https://www.fao.org/faostat/es/#data

Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC). (1995). Segundo Informe de Evaluación del IPCC https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/2nd-assessment-sp.pdf

Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) (2000). Orientación del IPCC sobre las Buenas Prácticas y la Gestión de la Incertidumbre en los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Japón. IPCC. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/gpgaum_es.html

Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC). (2003). Guía de buenas prácticas para Uso de la tierra, cambios en el uso de tierras y silvicultura. Japón. IPCC. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpglulucf/gpglulucf.html

Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC). (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html

Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC). (2007). Cuarto Informe de Evaluación del IPCC https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts-2-1.html#:~:text=El%20aporte%20de%20cada%20gas,para%20modificar%20el%20equilibrio%20radiativo.

Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC). (2013), Cambio climático 2013. Resumen para responsables de políticas, informe, Ginebra. IPCC. https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL_SPANISH.pdf

Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) (2014a). Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resúmenes, preguntas frecuentes y recuadros multicapítulos. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza. https://cutt.ly/5HQBxy2

Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC). (2014b). Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza. https://cutt.ly/3HQBQnj

Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) (2014c). Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra, Suiza. https://cutt.ly/5HQBxy2

Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). (2019). 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html

Probabilistic Risk Assessment Report Platform (CAPRA). (2007). Tomo iii análisis probabilista de amenazas y riesgos naturales informe técnico ern-capra-t2-1 revisión de eventos históricos importantes. https://dokumen.tips/documents/nicaragua-eventos-sandra-ziga-nicaragua-alonso-brenes-costa-rica-banco.html?page=1

Ruiz, A. y Marín, Y. (2005). Tipología de los Sistemas de Producción y Zonificación Agro-socioeconómica 2001. Managua. Instituto de Investigación y Desarrollo (NITLAPAN-UCA). https://drive.google.com/file/d/1bj5xIsAxiI5QLujhbVtDRkycM1zRDuVT/view?pli=1

Sandoval, C. y Velázquez, K. (2017). Análisis de la Producción de Arroz en Nicaragua en los Años 2009-2015. Managua. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN). https://repositoriosiidca.csuca.org/Record/RepoUNANM5165

Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) (2004). Manual del usuario para las directrices sobre comunicaciones nacionales de las Partes no-Anexo I de la CMNUCC.

Serdeczny, O. (2019). *Non-economic Loss and Damage and the Warsaw International Mechanism BT - Loss and Damage from Climate Change: Concepts, Methods and Policy Options* (R. Mechler, L. M. Bouwer, T. Schinko, S. Surminski, & J. Linnerooth-Bayer (eds.); pp. 205–220). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-72026-5_8

Secretaría Ejecutiva del Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (SE-SINAPRED) (2010). Plan Nacional de Gestión del Riesgo 2010-2015. 49652_49649sesinapredpngr20102015.pdf (preventionweb.net)

Sistema Nacional de Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (SINADPRED). (2018). El Plan Nacional de Prevención y Control de Incendios Forestales. Managua. SINAPRED.https://drive.google.com/file/d/11D74S0gkDBVsSSNjreiscU0VXT7bcMzm/view?usp=sharing

Social Value UK. (2016). *Valuation of a life*. https://socialvalueuk.org/wp-content/uploads/2023/01/Valuation-of-a-life-1-4.pdf

United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA). (2011). *Flash Appeal Nicaragua*. https://reliefweb.int/report/nicaragua/nicaragua-flash-appeal-2011

United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA). (2007). *Informe RAAN Huracán Félix*. https://reliefweb.int/report/nicaragua/nicaragua-informe-raan-hurac%C3%A1n-f%C3%A9lix-edici%C3%B3n-no-2-diciembre-2007

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2013). Non-economic losses in the context of the work programme on loss and damage. https://unfccc.int/resource/docs/2013/tp/02.pdf

United States Agency for International Development (USAID). (2005). *Latin America and the Caribbean – Hurricane Season 2005. https://reliefweb.int/report/bahamas/latin-america-and-caribbean-hurricane-season-2005-fact-sheet-3-fiscal-year-fy-2006*

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2012a*). A Literature Review on the Topics in the Context of Thematic Area 2 of the Work Programme on Loss and Damage: A Range of Approaches to Address Loss and Damage Associated with the Adverse Effects of Climate Change*: https://unfccc.int/documents/742 .

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2012b). *Slow onset events.* https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/2012/tp/07.pdf

Uribe, E. (2020). Ciclones Tropicales (Huracanes). Parte 2. Mapa de Peligro en Arcmap. https://cutt.ly/tHCO3Ey

World Economic Forum (2018). The Global Gender Gap Report. Insight Report. WEF_GGGR_2018.pdf (weforum.org)

Van der Geest, K., & van den Berg, R. (2021). *Slow-onset events: a review of the evidence from the IPCC Special Reports on Land, Oceans and*

Cryosphere. Current Opinion in Environmental Sustainability, 50, 109–120. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cosust.2021.03.008

World Economic Forum (2018). The Global Gender Gap Report. Insight Report. WEF_GGGR_2018.pdf (weforum.org)

World Meteorological Organization (2021). State of the Climate in Latin America and the Caribbean. Climate Change Studies Group, No. 1272. Geneva, Switzerland.