

República de Cuba

Segunda Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático

La Habana, 2015

TABLA DE CONTENIDO

Executive Summary	5
Resumen Ejecutivo	18
Introducción general.....	31
CAPÍTULO 1. Circunstancias Nacionales.....	37
1.1 Introducción.....	37
1.2 Caracterización geográfica del archipiélago cubano.....	38
1.3 Condiciones climáticas generales.....	39
1.4 Principales peligros de origen natural, riesgos y desastres	42
1.5 Población, salud y educación.....	48
1.6 Marco jurídico e institucional.....	52
1.7 La economía cubana.....	53
1.8 Energía	56
1.8.1 Fuentes de energía	56
1.8.2 La estrategia energética cubana	57
1.9 Agricultura, Uso del Suelo y Silvicultura.....	57
1.9.1 Agricultura	57
1.9.2 Uso del suelo.....	58
1.9.3 Silvicultura	59
1.10 Recursos hídricos	60
1.11 Diversidad biológica.....	61
1.12 Estado del medio ambiente	63
1.12.1 Degradación de los suelos.....	63
1.12.2 Afectaciones a la cobertura forestal.....	64
1.12.3 Contaminación	64
1.12.4 Pérdida de la diversidad biológica	65
1.12.5 Disponibilidad real de agua.....	65
1.13 Arreglos institucionales	66
1.14 Indicadores socioeconómicos de significativa relevancia	67
CAPÍTULO 2. Inventario nacional de gases de efecto invernadero.....	70
2.1 Panorámica del inventario.....	70
2.1.1 Metodologías utilizadas	71
2.1.2 Métodos utilizados.....	72
2.1.3 Estructura del reporte	72
2.1.4 Gases de Invernadero abordados en el Inventario.....	73
2.1.5 Datos de Actividad y Parámetros de Emisión Utilizados	73
2.1.6 Preparación del inventario.....	74
2.1.7 Consistencia del Inventario	76
2.1.8 Identificación de las Categorías Principales o Claves	77
2.1.9 Evaluación de Calidad e Incertidumbres	78
2.2 Resumen de las emisiones y remociones por gases y sectores.....	79
2.2.1 Emisiones Brutas.....	79
2.2.2 Emisiones Netas.....	85
2.2.3 Reporte del Inventario	87
2.3 Resumen de las emisiones agregadas por gases y sectores	96
2.3.1 Emisiones Brutas Agregadas en Equivalentes de CO ₂	96
2.3.2 Emisiones Netas Agregadas en Equivalentes de CO ₂	98
2.4 Emisiones per cápita de CO ₂ y GEI	99
2.5 Mejoras en el reporte del inventario	100

CAPÍTULO 3. Programas que comprenden medidas para facilitar la adecuada adaptación al cambio climático	104
3.1 Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático	104
3.2 Vulnerabilidad, impacto y adaptación al cambio climático	108
3.3 Variaciones y Cambios del Clima en Cuba	109
3.4 Proyecciones del clima para los años 2050 y 2100	113
3.5 Impactos del Cambio Climático	116
3.5.1 Recursos hídricos.....	116
3.5.2 Zonas costeras y recursos marinos.....	118
3.5.3 Diversidad biológica	120
3.5.4 Bosques	121
3.5.5 Agricultura	122
3.5.6 Asentamientos humanos y usos de la tierra.....	122
3.5.7 Salud humana	123
3.5.8 Evaluación integrada de impactos del cambio climático.....	126
3.6 La adaptación.....	126
CAPÍTULO 4. Programas que comprenden medidas para mitigar el cambio climático	134
4.1 Introducción.....	134
4.2 Eficiencia y uso racional de la energía	135
4.3 Escenarios de mitigación de las emisiones de GEI.....	138
4.4 Opciones de mitigación.....	143
4.4.1 Sector residencial.....	143
4.4.2 Sector generación de energía eléctrica.....	144
4.4.3 Sector transporte.....	146
4.4.4 Sector industrial y agropecuario	147
4.4.5 Sector forestal	148
4.4.6 Sector desechos.....	149
4.5 Resultados del Mecanismo de Desarrollo Limpio	149
4.6 Acciones de mitigación realizadas por comunidades de base	150
4.7 Consideraciones finales	150
CAPÍTULO 5. Otra información pertinente para el logro del objetivo de la convención	154
5.1 Políticas estrategias y programas	155
5.1.1 La Estrategia Ambiental Nacional y el cambio climático	155
5.1.2 Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático	155
5.1.3 El cambio climático en el contexto de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución	156
5.2 Transferencia de tecnología.....	158
5.2.1 Introducción	158
5.2.2 Sector energético.....	161
5.2.3 Sector hídrico.....	163
5.2.4 Sector forestal.....	164
5.2.5 Sector agrícola.....	166
5.2.6 Conclusiones	168
5.3 Observación sistemática e investigación	169
5.3.1 Observación sistemática	170
5.3.2 Investigación	179
5.4 Educación y sensibilización pública	182
5.4.1 El cambio climático en el contexto de la educación ambiental.....	182

5.4.2 Participación de la sociedad civil	185
5.4.3 La formación de los profesionales en Cuba y el cambio climático	186
5.4.4 Actividades de sensibilización pública	189
5.4.5 Los medios masivos de comunicación y el cambio climático.....	190
5.4.6 Producción audiovisual vinculada al cambio climático	192
5.4.7 Programa de educación, comunicación y sensibilización	193
5.5 Fomento de la capacidad	193
5.5.1 Talleres de capacitación	193
5.5.2 Proyectos para el fomento de capacidades con apoyo internacional	195
5.5.3 Cooperación Sur-Sur	197
5.6 Información y trabajo en redes.....	199
5.6.1 Información	199
5.6.2 Trabajo en redes.....	201
CAPÍTULO 6. Obstáculos, carencias y necesidades conexas de financiación, tecnología y capacidad.....	204
6.1 Barreras	204
6.2 Vacíos importantes identificados.....	205
6.3 Necesidades de financiación, tecnología y capacidad	206
Referencias	208
ANEXOS	216
ANEXO 1 Índice de figuras y tablas	217
ANEXO 2 Autores por capítulo.....	221
ANEXO 3 Organismos, instituciones y organizaciones que han colaborado en el proceso de la Comunicación Nacional	224
ANEXO 4 Siglas y acrónimos, símbolos químicos, unidades de medida	225

Executive Summary

Introduction

After having published the First National Communication in 2001, the Republic of Cuba now submits its Second National Communication (SNC) to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). The document was developed under the auspices of the GEF/UNDP project "Enabling activities for preparing the Second National Communication of Cuba under United Nations Framework Convention on Climate Change". As a national party, the Institute of Meteorology (INSMET) directly coordinated its main activities. The SNC was developed under the guidelines of the Convention adopted by the Conference of the Parties in its 8th meeting, by decision 17/CP.8. The application of the corresponding User Manual (CMNUCC, 2004) was essential to ensure the effective and efficient use of the Guidelines at the time of preparing the report.

The burden of adaptation to climate change is again significant in the report. In turn, new elements for mitigation are incorporated in different socio-economic sectors of national interest, including the formulation of scenarios and their economic assessment. Other key aspects, such as technology transfer, communication and environmental education, systematic observation and scientific research, capacity building and South-South cooperation, public information and networking are widely represented in this edition. The greenhouse gases (GHG) inventory collected the emissions and gas absorptions registered in 2000 and 2002, along with updating every even year from 1990 to 2002 as well as from all the period. It incorporated data from specific activities in the country and also allowed to cover the determining emission factors for tropical island conditions such as that of Cuba.

The completion of the Second National Communication closes a cycle, which started in 2008, with a definitely positive balance. It ratifies the high priority, sensitivity and commitment of the Cuban State to the problem of climate change, where the political will to deal with it is manifested and safeguarded under any circumstances.

National circumstances

The chapter provides a general characterization of the Cuban archipelago, highlighting its structure and current economic conditions, the status of the national environment and the situation of its main natural resources. It provides specific information to understand the country's vulnerability to the adverse effects of climate change, and at the same time, its capabilities and limitations to adapt to related impacts.

The Cuban archipelago is formed by the island of Cuba, the Isle of Youth and more than 1600 islands, islets and cays, which together cover a surface area of 110,922 km². From a political-administrative viewpoint, the country is divided into 15 provinces and 168 municipalities, including the special municipality of the Isle of Youth.

Most of the territory of Cuba has a tropical climate with a rainy season in summer (Aw, according to Köppen climate classification). The average annual temperature ranges from 24°C till 26°C and higher in the lowlands and on the eastern coast, with temperatures lower than 20°C in the highest parts of the Sierra Maestra. Despite its tropical condition, some seasonal characteristics are present in its thermal regime, with two well-known seasons: summer (rainy season) from May to October, being July and August the warmest months; and winter (less rainy season) from November to April, being January and February the coldest months. The national average rain record is 1 335 mm; however, drought events recurrently occur, the duration of which can persist for several years. Tropical cyclones and severe local storms (tornadoes, hailstorms, waterspouts and linear winds exceeding 90

km/h) are meteorological phenomena posing the highest hazard which are responsible for some of the extreme climatic conditions observed.

Cuba has incorporated disaster risk reduction to its governmental structures through a Civil Defence system, with national and supra-institutional scope, and a structure according to the political-administrative division of the country. This system is responsible for addressing all the territorial issues on response strategies, contingency plans and protection of both the population and the economic, social and environmental assets. The main natural hazards identified are the following:

- Hydrometeorological extreme events
- Severe drought
- Fire in rural areas
- Earthquakes and tsunamis

In 2013, the Cuban population reached 11,210,064 inhabitants, with a demographic density of 102.0 inhabitants / km². Of these, 76.8% lived in urban areas. Likewise, in 2013, the total fertility rate dropped to 1.73, below the replacement level; together with a reduction in overall mortality, with a rate of about 8.3 per thousand; and infant mortality (5.5 per thousand live births), with a consequent increase in life expectancy (78 years). Thus, compared to 2002, the population aged 0 to 14 years decreased in 3.6%; the corresponding to 15-59 years remained stagnated; and the population with more than 60 years grew (representing 18.7% of the total population at the end of 2013). The above-mentioned facts place the country among the ones with an elderly population in Latin America and the Caribbean (ONEI, 2014b).

By the end of 2013, the Cuban economy reached 4.6% growth in its Gross Domestic Product (GDP), making its way in the middle of a sharpening global economic crisis. This global behaviour is the result of its economic policy since 2005, with obvious results in implementing a number of programs in the energy field; and expanding the investment process in strategic programs and consumption. Important decisions taken in the organization of agriculture, particularly in food production, in the recovery of tourism and the rearrangement of transport are to be highlighted.

In 2013 the total expenditure of the state budget decreased by 3% compared to the previous year. Of the total expenditure of the state budget, 14.9% was allocated to health, 11.1% to social security and 17.4% to Education. Total net revenues decreased by 4.8% for a negative fiscal balance of 4513.5 million Cuban pesos, accounting for 4.8% of GDP - at current prices – which forces both to intensify revenue collection and to reduce spending to keep the deficit within acceptable limits. The country ranks among those with high human development (HHD), holding the 44th place, according to the UNDP "Human Development Report 2014".

National Inventory of Greenhouse Gases

Emissions and removals of greenhouse gases in the country for 1990-2002 are presented, in addition to an integrated assessment for the same period, with an update and improvement of the previous reports for the following years: 1990, 1992, 1994, 1996, 1998, 2000 and 2002. The Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, (IPCC-OECD-IEA, 1997) and the IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories (IPCC, 2000) were mainly used as basis to elaborate the report. Other documents were partially used, as the Good Practice Guidance for Land

Use, Land-Use Change and Forestry (IPCC, 2003) and the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (IPCC, 2006).

For each one of the source categories addressed in the inventory, the best estimation methods were applied using data available in the country. In general, they may be subdivided into two groups:

- Level 1 Methods, where country data and default factors from IPCC Guidelines or other acknowledged methodologies were used.
- Level 2 Methods, usually based on models developed from country data in addition to factors calculated from national data and research results. These methods were mainly used in key inventory categories.

In the inventory, there are six major categories of sources / sinks to report emissions. Likewise, these major categories, specified here below, are modules in the referred report.

- Energy
- Industrial processes
- Solvent and other product use
- Agriculture
- Forestry and Land Use Change
- Waste

Based on different criteria, atmospheric gases causing the most negative effect on climate were selected and subdivided into:

- Direct Greenhouse Gases: carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄), nitrous oxide (N₂O), hydrofluorocarbons (HFCs), perfluorocarbons (PFCs) and sulphur hexafluoride (SF₆).
- Other Gases of Radiative and Photochemical Importance (indirect greenhouse gases) such as Carbon Monoxide (CO), Nitrogen Oxides (NO_x), volatile organic compounds other than methane (NMVOCs) and sulphur dioxide (SO₂).

The activity data used to estimate emissions was the available in the country, gathered by different sources, mainly from the National Statistics Office (NSO). With regard to the emission parameters, those basically provided by the IPCC Guidelines in its different versions were considered, especially the most updated ones - IPCC 2006 GL (IPCC, 2006), and also the EMEP/CORINAIR methodology (EEA, 2007). In addition, in some categories the emission parameters used were calculated for the conditions and circumstances in the country. All estimates are reported in Gigagrams (Gg) of the contaminant.

For direct GHG, significant results were obtained, as gross emissions of CO₂. In 2002, these were 26.6% lower than in the base year (1990); and N₂O emissions were 52.6% lower. By contrast, gross CH₄ emissions were 14.3% higher in 2002 than in 1990. Another significant issue was the growth of biomass in forests as sinks in 2002, which significantly exceeds the emissions produced by them as a result of wood removals and other causes. In 2000, the gross total aggregate emissions was 37 737.02 Gg equivalent carbon dioxide (GgCO₂eq), and 36 340.32 GgCO₂eq in 2002 i.e. 23.8% lower than in 1990, when 47 671.56 GgCO₂eq were emitted.

As an important fact in the SNC context, new emission parameters were obtained in three selected inventory categories, namely:

- Parameters for CH₄ emissions, resulting from enteric fermentation in cattle; Agricultural sector;
- Parameters for carbon emission / removal for changes in forests and other biomass reservoirs, sector Forestry and Land Use and Change;
- CH₄ emission parameters for manual sanitary landfills, in the waste sector.

Programmes with measures to facilitate adequate adaptation to climate change

There is a large group of national programs, by branches, that contribute to climate change adaptation. The most important are: National Forest Programme, Programme for Water Saving and its Rational Use, Soil Preservation and Improvement Program, Program to combat Desertification and Drought (based on Sustainable Land Management), Vector Borne Disease Control Programme, including invasive alien species, among others.

Furthermore, and with the same purpose, a number of projects are being developed in the environmental field with international funding, including: Environmental Basis for Local Food Sustainability - BASAL (COSUDE, UNDP, European Union); Sabana Camagüey Ecosystem (GEF, UNDP); Sustainable Land Management (GEF, UNDP, FAO, UNEP); Prevention, Management and Control of Exotic Species (GEF / FMAM, UNDP); Conservation of Threatened Mountain Ecosystems (GEF, UNDP).

Within the framework of the draft of the Second National Communication, vulnerability studies, as well as impact and adaptation to climate change mainly dealt with the following issues: (a) variations and changes in climate in the country, (b) climate scenarios for 2050 and 2100, (c) water resources (d) coastal and marine resources, (e) biological diversity, (f) forests, (g) agriculture, (h) human settlements and land uses, and (i) human health. Furthermore, a case study related to the integrated analysis of the impact of climate change and adaptation measures in a selected area in the south western area was developed. The evaluations were performed by a work team made up by experts from institutions responsible for these activities in the country. The results were endorsed by the technical and scientific committee existing for such purposes in each institution.

The studies followed a methodology summarized in the following steps:

- Determination of physical, social and economic vulnerability, based on studies of hazard, vulnerability and risk (HVR);
- Recognition and demonstration of the variations and changes in weather for two climatic baselines (1961-1990 and 1961-2010);
- Estimation of the future climate, including the assessment of uncertainties, using global and regional climate models; and downscaling.
- Recognition and demonstration of the variations and changes in ecosystems and selected socio-economic sectors, in the reference baselines.
- Estimation and description of the variations and changes that might occur in selected ecosystems and socio-economic sectors for each evaluated climate change scenario.

- Preparation of proposals for adaptation measures in ecosystems and selected socio-economic sectors.

The behaviour of the regional atmospheric circulation and the factors modifying it were observed, i.e. (El Niño-Southern Oscillation, the sea surface temperature in the North Atlantic Ocean), cold fronts; the surface air temperature; precipitation; drought processes and specific weather events such as hurricanes, severe local storms and coastal flooding. Visual observations evidence that the country's climate has been changing, as it is proved by the increase in:

- The surface air temperature by 0.9°C; caused by the increase of the average minimum temperature at 1.9 °C, resulting in a decrease in the daily temperature range;
- The frequency of long and severe droughts, especially in summer;
- Rainfall in the less rainy season, its decrease during the rainy season; and an increase of rainfall associated to great precipitations in winter.
- The anticyclonic influence over the area; and
- The occurrence of moderate to heavy coastal floodings, regardless of the weather events originating them.

Various climate projections based on different climate models were made, including regional models. The results were consistent with the trends and climatic features already described; showing a warmer, dryer and extreme climate at the end of the 21st century. The future climate of the country may be characterized by the following changes: the mean air temperature could rise up to 4°C, with a decrease in annual rainfall that, depending on the scenario, would range between 15 and 63%, accompanied by an increase in the potential of evapotranspiration and real evaporation. This would lead to a progressive decline in net primary productivity of terrestrial and agricultural ecosystems as well as in the potential biomass density. Dry sub-humid climates will embrace a wider area from the eastern to the western portion of the island; massifs in the eastern mountainous area of the country will have dry sub-humid climates, susceptible to desertification.

Under current climate trends and scenarios considered for the next 100 years a deterioration of the overall environment quality will occur. As a result, there will be a reduction of the water potential on a regional scale, the loss of land in low-lying coastal areas, land degradation, a decrease of the agricultural yield in key crops of the national diet, the loss of biodiversity mainly in coastal areas, a negative effect on coastal human settlements, an increase in communicable diseases and the consequent negative impact on all economic activities in general. In a favourable climate scenario regarding water, its potential availability in 2100 could be reduced to 24 km³, 37% less compared to the 1961 to 1990 baseline. In any of the climate scenarios, the water balance shows a significant reduction in water potential.

The climate modelling performed in the country does not include the projected rise in sea level. To analyse this process and its impact, estimates reported by the IPCC in 2007 were used: 27 cm in 2050 and 85 cm and 2100. In local perceptions of interest, the results of research carried out within the project "Hazard Scenarios and vulnerability of the Cuban coastal zone, associated with the rise of the mean sea level for the years 2050 and 2100." were used. Based on the aforementioned, it is possible to make the assertion that Cuba's island shelf and the way in which adjacent seas relate with the ocean shall experience significant changes, including:

- Significant reduction of low areas of the island of Cuba, of the group of keys and the Zapata Swamp, together with the disappearance of numerous cays with elevations less than 0.5 m.
- Increased tidal fluctuations and non-periodic variations of the sea level.
- Receding coastlines, reaching a maximum of 7 km.
- Increased speed of ocean currents.
- Increase in the depth of the shelf.
- Increased exchange between the ocean and adjacent seas.
- Changes in the spatial distribution of sediment along the coast.

This inshore marine scenario, combined with decreased rainfall, shall reinforce the potential deficit of fresh water, due to the impact of seawater intrusion in coastal aquifers. Such situation would lead to a significant reduction in the supply of groundwater and, on slower coastal aquifers, it could represent the permanent salinity of its reserves.

The water resources sector will be one of the most severely affected, which will have major implications on other resources and sectors. In the future the competition between the availability of water and the increasing human demand will expand. Proposals for adaptation in the water sector have been early preventive, supported by the development of a powerful hydraulic system. In general, adaptation measures should be aimed at increasing efficiency in water management in all sources and end uses; to protect the resource from contamination; and making investments for structural modifications, giving priority to construction works to counteract the effect of marine pollution. Moreover, it is essential to strengthen the hydrological observation networks and related systems as well as the reassessment of real available resources and hydrology works, to appropriately reformulate policies to manage water resources.

Biodiversity and the functioning and balance of ecosystems, in addition to the pressure to which they are subjected due to human intervention, will suffer the combined blow of climate, hydrological and inshore marine scenarios. The increase in air temperature; the decrease in precipitation; the increase of sea salinity as a result of decreased freshwater runoff to the shelf; and retreat of the coastline, shall negatively affect various species of flora and fauna, some of which could be at risk of extinction. Dangerous invasive plants and animal species could reach the island. Pests and vectors will have favourable conditions for their spread, increasing the risk of diseases in humans, animals and plants. Adaptation measures for biodiversity should take as a starting point to identify the impact of climate change on all biological groups and ecosystems, and incorporating this knowledge to manage the National System of Protected Areas. The main steps are the following:

- The conservation and / or restoration of coastal wetlands.
- The conservation and use of genetic resources, primarily the endemic ones related to agricultural crops;
- Deepening the knowledge and use of the goods and services of biodiversity.
- Reforestation will be a suitable adaptive practice.
- The formulation of policies to prevent pests and vectors, favouring the use of organic type techniques and hygienic - sanitary measures.

Agriculture will develop in an adverse climate environment. Net primary productivity and potential biomass density will decrease; the duration (in days) of the phenological phases of major crops will progressively be shortened, including the total length of crop cycles and yield potential shall diminish. The above-mentioned facts accompanied by the reduction of agricultural areas will have a greater impact on the total agricultural production and animal husbandry than estimated due to the direct impact of the rising temperatures and reduced rainfall. The adaptation in the agricultural sector will require the use of technologies to protect crops and livestock; obtaining and introducing crop varieties with higher yield potential and cattle breeds resistant to high temperatures and water deficits; as well as changes in the variety of crops, to be introduced in agriculture as climate evolves.

It is anticipated that climate change will have a significant impact on the factors that influence the quality of life, which will make more difficult the efforts to improve it. The population will experience a possible increased risk for certain diseases and extreme hydrometeorological events. The aftermath will be diverse:

- The impact on agriculture shall result in changes in the food culture of the Cubans, also leading to a transformation in the occupation of a significant number of people linked both to agricultural and fishery production.
- Potential impact on health is foreseen due to the increase of vectors and pests, emerging and re-emerging diseases; and deteriorating hygienic-sanitary conditions related to water deficit.
- The excessive heat can cause a suffocating domestic atmosphere in houses designed for less warm weather conditions, with implications for health, particularly of women and the most vulnerable sector of the population, i.e., children and the elderly.
- The possibility of implementing the forced relocation of human settlements could increase due to the loss of land areas as a result of the rising sea level.
- The risk of hydrometeorological disasters will increase.

All general adaptation measures proposed for each sector have been designed to benefit the population. In addition to the measures already mentioned, there is a need for territorial reorganization that, in an integrated and planned way, will enable to face the problems and challenges that climate change poses to the Cuban society, which will only be possible including preventive adaptation measures in the development plans.

Programmes for the mitigation of climate change

The background of the chapter is in the First National Communication (FNC) as a basic document and the initial works for the creation of energy scenarios and environmental impact related to the quantification efforts developed subsequent to that Communication. A group of actions in different fields were identified there, especially related to the energy saving policy and the rational use of energy, which, a few years later were incorporated to the so-called "Energy Revolution" program. The relevance of these issues for national development was quite explicit in the "Guidelines for Economic and Social Policy of the Party and the Revolution" adopted by the Sixth Congress of the Communist Party of Cuba as part of the process of updating the Cuban economic model; specifically in the guidelines 133 and 245, as well as in other issues grouped by branches in the above-mentioned document.

The priorities of the National Energy Development in the medium and long term are closely related to the mitigation of climate change. The implementation of strategy will have a

positive impact on energy efficiency, which together with the use of renewable energy sources will enable to decrease greenhouse gas emissions.

In non-energy sectors, the existence of a long-term policy for reforestation, the first phase of which should end in 2015, when a rate of afforestation of 29.3% will be reached in the national territory (favourable if compared to 14% reported in 1959). Under the framework of such policy new options to mitigate climate change are also identified.

In the Second National Communication three scenarios are presented: one base (or reference) scenario; a Mitigation scenario, which integrates all mitigation options identified and assessed in different economic sectors; and an alternative mitigation scenario (Intensive scenario in the use of RES), which includes the implications in terms of cost, energy efficiency and GHG emissions resulting from maximizing the potential of RES identified in the country, mainly biomass, photovoltaic and wind energy, to meet the same electricity demand in the Mitigation scenario.

Thirty five mitigation options were assessed covering the following sectors: building, electricity generation, transportation, industrial and farming, forestry and wastes. In order to do so, the results presented in the FNC and Inventory Emissions and Removal of Greenhouse Gases for 2002, together with the values reported in the preliminary inventory for the year 2004 were considered. In these options, the estimated mitigation potential, i.e. Reference minus Mitigation Emissions, is in the order of 715 million tons CO₂eq, while in 2050 the reduction is expected to be 40 million tons CO₂eq compared to the reference scenario.

The assessment is a remarkable opportunity to explore the possible consequences of different development paths on the socioeconomic and environmental system. Although its purpose is to identify mitigation options of GHG emissions and their potential linked to them, it highlights the impact on the use, foreign trade, efficiency and costs of such scenarios. On the other hand, it draws attention to the importance of incorporating methodologies and assessment techniques in the mitigation studies, especially to have robust scenarios, especially with a well structured Baseline or Reference Scenario and to incorporate the trends of environment and the socio-economic system, along with the measures and policies identified in the implementation process, so that they do not only constitute an extrapolation of current data into the future.

The options proposed here could be incorporated into the project portfolios of efficiency, to the promotion of RES and to the already in force certification of avoided emissions as well as to the new instruments that are planned for the future.

Other relevant information to achieve the Convention's goal

Policies, strategies and programs

By its implications for development in the short, medium and long term, the most relevant information is associated with the "Guidelines for the Economic and Social Policy of the Party and the Revolution" and its relation to climate change. Guideline 131 establishes "Sustaining and developing the results achieved in the field of natural science, research and the use of renewable energy..."; and guideline 133 states: "...to give priority to studies aimed at tackling climate change and in general, sustainable development". Nevertheless, since the early 90s of the last century climate change has been included in the national environmental agenda.

Another important step towards integrating climate change into policy, plans and programs was the adoption of the Program for tackling Climate Change by the Council of Ministers in

2007. In that program, it is a priority to include the relevance of adaptation to climate change, with emphasis on the coastal zone, in branch programs, plans and projects related to food production, hygiene and epidemiology, integrated water management, construction, land-use planning and new investments and strategic plans.

Technology transfer

Within the framework of the SNC the first preliminary assessment of national capacities for technology transfer associated with climate change, concerning both mitigation and adaptation, was performed. It was possible to establish to what extent the available knowledge, existing skills, tools and regulations in force, information systems, as well as communication and interaction among stakeholders, ensure the process, considering the current and projected scenario at the political, economic, social and environmental level. Energy, water, forest and agricultural sectors were selected since they are part of the main development strategies in Cuba.

Some of the common barriers identified were: limited access to sources of financing for new investments and to technology and spare parts providers; high transaction costs; few incentives favouring resource saving and the implementation of the most appropriate technology; irregularities in the market infrastructure that restricts access to technology; the weakening of the network of laboratories and facilities for technology testing and validation; poor flow of information, which in some cases worsen because of the lack of access to available data, or due to the incorrect use of the existing data; and a limited awareness of the stakeholders on issues related to climate change and the expected positive impacts resulting from technology implementation. Many of these barriers are identified in the Guidelines for the Economic and Social Policy of the Party and the Revolution and actions are undertaken to minimize or eradicate them permanently.

Systematic observation

The Meteorological Institute has 68 surface meteorological stations that work under a 24-hour working regime, all year round. It also carries out weather surveillance, with 8 radars and other related equipment covering the entire national territory. In order to evaluate wind resources in Cuba, a network of 11 reference meteorological towers remains in operation, being its main function to monitor wind up to 100-m heights under different physical and geographical conditions. In addition, there are other five main stations carrying out measurements of gases, particles and chemical composition of rain, and six secondary stations sampling only the latter variable; an observatory for measuring total ozone content; and a solar CIMEL photometer for determining the optical properties of aerosols, such as optical thickness.

Moreover, the Institute of Civil Aeronautics of Cuba (IACC) operates the network of meteorological stations located in the country's airports. The Ministry of Public Health is in charge of controlling the composition of the atmosphere at impact level, particularly in settlements affected by emissions of polluting sources, based on the WHO-WMO joint program in this sector.

For the quantification of water resources, the National Water Resources Institute (INRH) , operates three types of surface hydrological networks: rainfall, climate and hydrometric, although all the reservoirs contribute to the monitoring of surface runoff. It also has groundwater monitoring wells and water quality monitoring stations. The INRH manages the water quality network known as REDCAL for the control and monitoring of pollution (due to overexploitation of the resource or direct and indirect discharges to surface waters). The National Tide Gauge Network consists of 19 tide stations and is operated by GEOCUBA Business Group.

The Republic of Cuba contributes to the main WMO data collection systems, such as the Global Climate Observing System (GCOS), the Global Atmosphere Watch, Global Sea Level Observing System (GLOSS) of the Global Ocean Observing System (GOOS) and the World Hydrological Cycle Observing System (WYCOS).

There are fully operational early-warning systems. Early-warnings, warnings or advisories and information about the threat of hazardous weather events are highlighted; surveillance, diagnosis, early warnings and predictions of both meteorological and agricultural droughts; hydrological early-warnings and prevention; and monitoring of hydrological drought. The risk management and prevention model used in Cuba is acknowledged to be successful in the region and is well known worldwide. The civil defence system covers the whole country and is organized at all levels, taking into account the political-administrative division and corresponding state structure. It relies on the use of human and material resources belonging to the State, economic and social organizations and has the understanding and support of the population.

Research

In Cuba, conducting scientific research on climate change has been a continuous process, using the experience gained, new scientific evidence and increasingly better tools for analysis and evaluation. Particular attention has been focused on evaluating the potential impact of climate change and identifying possible options and adaptation measures. There are several national and branch programs as well as programs of provincial interest which are within the national system of scientific and technical programs and projects that have addressed some climate change issues. Among them: the National Program "The Global Change and Environment Evolution in the country" and branch programs "Analysis and Forecast of Weather and Space terrestrial and Climate" and "Conservation of natural resources and environmental management." A new science and innovation program of national interest, entitled "Climate Change in Cuba: Impacts, Mitigation and Adaptation" recently started to be implemented. The Environment Network of the Ministry of Higher Education also develops research related to climate change. It is worth mentioning the contribution of national experts to periodic assessments of the IPCC.

Education and public awareness

This aspect showed progress since the FNC, favoured by government policies and ongoing projects and increased information and knowledge as a result of an increased and systematic presence of issues related to environment and climate change in national and local media. Cuba has a National Strategy for Environmental Education (ENEA) since 1997, which includes both formal and non-formal methods of education. In the national education system and plans for training professionals in higher education, environmental education has been recognized as a priority objective, which has made possible to develop actions to raise the environmental awareness of students, including climate change, and to strengthen the interaction of school and university with the community. University degrees coherently include subjects or topics concerning environmental education, some of them related to climate change.

Since 2007, national campaigns for the World Environment Day have aimed at promoting environmental culture, with an emphasis on facing climate change. The 2014 campaign was dedicated to climate change adaptation. Many periodical publications have been devoted to inform, educate and raise the awareness of the general public on this issue.

The National Radio and Television Corporation developed an information strategy on climate change. Between 2011 and 2013 more than 700 radio and television programs related to the

subject were broadcasted at national and regional level. A course on Climate Change was aired on the television program "University for All" and another one was launched on Hazard, Vulnerability and Risk. In the years 2009, 2011 and 2013 Congresses on climate change were held in Havana within the framework of the International Convention "Environment and Sustainable Development".

In the context of the SNC, an education and public awareness program was developed through an extensive consultation with a wide representation of all sectors involved, ensuring the participation of all the provinces in the process. It included leaders of civil society and featured a strong female presence: more than 50% of the participants in the consultation workshops were women.

Capacity-building and South-South cooperation

As with the First National Communication, the preparation of the SNC has been the main source of opportunities for the training of human resources and capacity building, in order to ensure the sustainability of the activities associated with climate change. Many lectures were delivered and several workshops were held, which were attended by 218 people. Experts from different sectors of society widely participated, above all women.

Projects have also been developed with international support. An active South-South cooperation has been provided, which is a particular feature of the Cuban experience in the context of climate change. The actions have been materialized by sending experts to different countries to support the preparation of national communications, evaluation of impacts and adaptation, and the creation of climate change scenarios. Concerning small island developing states of the Caribbean, cooperation has reached its highest expression with the memorandum of understanding between the Caribbean Community Climate Change Centre (CCCCC) and INSMET in Cuba, aiming to strengthen and increase efforts of both parties to mitigate the effects of climate change, through a long-term partnership. Cooperation with small island countries has spread to other regions such as the Pacific. In some cases, these actions have been supported by developed countries and international organizations. During the period since the FNC was submitted, three capacity building projects were implemented with financial and technical support from UNDP / GEF, the Canadian International Development Agency and the University of Toronto, Canada.

Likewise, the national self-assessment exercise on capacity needs for Environmental Management, implemented through a GEF / UNEP project, concluded with satisfactory results.

Information and networking

For implementing Article 6 of the UNFCCC and in compliance with the Amended New Delhi work programme, public information on climate change is provided mainly by internet. As part of the preparation process of the SNC, the site on climate change in Cuba was developed in order to achieve the necessary understanding and to contribute to change people's behaviour towards the environment. There is also an interactive website PRECIS-CARIBE, developed by INSMET and designed to facilitate online access to the climate change scenarios from PRECIS runs, in order to facilitate its use in Central America, Mexico and the Caribbean. Moreover, several national web sites provide information to the public on climate change or issues related to it.

As for networking, the three key components of the national communication: GHG inventory, mitigation of climate change and impacts, vulnerability and adaptation were developed by using three multidisciplinary networks, one for each component. There are other networks that include climate change in their work objectives as for instance:

- the Agricultural Network on Climate Change (RACC), coordinated by the Ministry of Agriculture, which was created to bring together all the scientific organizations contributing to the results of this ministry;
- the Environment Network of the Ministry of Higher Education, which promotes environmental awareness to tackle climate change as well as sustainable development within universities and communities. This network is composed of 17 universities, 11 institutions of science and technological innovation as well as of three faculties in the mountains;
- The Cuban Environmental Education Network (REDFA-Cuba), which includes representatives of the National Focal Point of the Environmental Training Network for Latin America and the Caribbean, and considers climate change as an issue of special attention.

Cuba actively participates in the Ibero-American Network of Climate Change Offices (RIOCC). At sub-regional level, it has a close cooperation with CCCCC and participates in the Caribbean Climate Outlook Forum (CARICOF).

Limitations, barriers, gaps, and financing, technology and capacity needs

The limitations that restrict or prevent the execution of measures for effective implementation of the UNFCCC in the country are mainly economic and financial, and represent an additional vulnerability factor to the effects of climate change, particularly for adaptation. The main barrier that limits access to the main international finance flows and to technologies is the commercial, economic and financial blockade to which the Republic of Cuba has been subjected by the Government of the United States of America (USA). This arbitrary measure hinders access to international financial resources for new investments; to suppliers of parts and spare parts, specifically those ruled by USA. It also hampers the access to advanced technology with materials, software and patents from the United States.

A significant barrier in the process of preparation of national communications is the presence of excessive bureaucratic mechanisms in the processes of accessing and obtaining international financing, and later during its execution. Other barriers, mainly based on US blockade, are also mentioned, as the ones present in the acquisition of software packages for further assessment processes, which are highly expensive and therefore, even more difficult to be purchased mainly as a result of the blockade. Likewise, barriers imposed by international agencies enabling activities for the preparation of the NC, regarding the sums of money accepted for the purchase of equipment, especially for the determination of emission factors and the identification and design of mitigation measures, are also considered as restrictions.

The inadequacy of the existing mechanisms for monitoring climate and air quality systems was identified as a gap. The Cuban Government has continued giving top priority and allocating considerable financial resources to maintain existing observation systems and scientific research devoted to climate change or relevant for such purposes, despite the already existing difficult economic conditions. Lack of resources is a constraint to the brainpower existing in the country to advance in the complex studies on climate change. Another important gap is the lack of databases with the degree of detail and quality required for the evaluation of the impacts of climate change. In the case of mitigation, two issues demand special attention in future National Communications : the estimate of emission factors typical of the country and cost-benefit or impact studies of mitigation options, an issue that is not included in the vast majority of research conducted and consulted in this sense.

To ensure the sustainability of the preparation of future biennial reports (BUR) and National Communications in a continuous cycle, financial resources from international sources are needed. These resources are devoted to institutional strengthening in support of groups responsible for ensuring their development, and working in network in each key component of the national communication system.

Resumen Ejecutivo

Introducción

Después de la publicación de su Comunicación Nacional inicial en 2001, la República de Cuba presenta ahora la Segunda Comunicación Nacional (SCN) a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). La confección del documento se desarrolló bajo el amparo del proyecto GEF/PNUD “Actividades de apoyo para preparar la Segunda Comunicación Nacional de la República de Cuba con arreglo a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático”. Por la parte cubana, el Instituto de Meteorología (INSMET) coordinó de forma directa las actividades fundamentales. La SCN se elaboró bajo las Directrices de la Convención adoptadas por la Conferencia de las Partes en su octava sesión, mediante la decisión 17/CP.8 (CMNUCC, 2002). La aplicación del correspondiente Manual de Usuario (CMNUCC, 2004) fue esencial para garantizar el uso efectivo y eficiente de las Directrices al momento de confeccionar el informe.

El peso de la adaptación al cambio climático vuelve a ser considerable en el reporte. A su vez, se incorporan nuevos elementos para la mitigación en diferentes sectores socioeconómicos de interés nacional, incluyendo la formulación de escenarios y su evaluación económica. Otros aspectos medulares, como la transferencia de tecnología, la comunicación y educación ambiental, la observación sistemática y la investigación científica, el fomento de capacidades y la cooperación Sur-Sur, información al público y el trabajo en redes, tienen amplia representación en la presente edición. El inventario de gases de efecto invernadero (GEI) recogió las emisiones y absorciones registradas en 2000 y 2002, junto con la actualización de todos los años pares desde 1990 hasta 2002 y del período en su totalidad. Incorporó datos de actividad específicos del país y además, dio cobertura a la determinación de factores de emisión para condiciones tropicales insulares como las de Cuba.

Con la culminación de la Segunda Comunicación Nacional se cierra un ciclo iniciado en 2008, cuyo saldo es definitivamente positivo. Se ratifica la alta prioridad, la sensibilidad y el compromiso del Estado cubano ante la problemática del cambio climático, donde la voluntad política para enfrentarlo es manifiesta y está salvaguardada bajo cualquier circunstancia.

Circunstancias nacionales

En el capítulo se ofrece una caracterización general del archipiélago cubano, destacando su estructura y condiciones económicas actuales, el estado del medio ambiente nacional y la situación de sus principales recursos naturales. Da elementos concretos para entender la vulnerabilidad del país a los efectos adversos del cambio climático, y al propio tiempo, sus capacidades y limitaciones para lograr la adaptación a los impactos asociados.

El archipiélago cubano está formado por la isla de Cuba, la Isla de la Juventud y más de 1 600 islas, islotes y cayos, que en su conjunto alcanzan una extensión superficial de 110 922 km². Desde el punto de vista político-administrativo, el país se divide en 15 provincias y 168 municipios, incluyendo al municipio especial de la Isla de la Juventud.

La mayor parte de Cuba goza de un clima tropical con estación lluviosa en el verano (Aw, según la clasificación de Köppen). La temperatura media anual varía desde 24°C en las llanuras hasta 26°C y más en las costas orientales, con magnitudes inferiores a 20°C en las partes más altas de la Sierra Maestra. A pesar de su condición tropical, se presenta cierta estacionalidad en el régimen térmico, con dos temporadas conocidas como: verano (estación lluviosa), de mayo a octubre, donde julio y agosto son los meses más calurosos; e invierno (estación poco lluviosa), de noviembre a abril, con enero y febrero como meses

más fríos. La lámina media nacional de lluvia es de 1 335 mm; no obstante, se presentan eventos de sequía de forma recurrente cuya duración puede extenderse por varios años. Los ciclones tropicales y las tormentas locales severas (tornados, granizadas, trombas marinas y vientos lineales superiores a 90 km/h) son los fenómenos meteorológicos a los que se asocia el mayor peligro y son responsables de algunos de los extremos climáticos observados.

Cuba ha incorporado la reducción de riesgos de desastres a sus estructuras de gobierno a través de un sistema de Defensa Civil, con una dirección de alcance nacional y suprainstitucional, y una estructura acorde con la división político-administrativa del país. Este sistema es el encargado de atender el universo de asuntos territoriales en materia de estrategias de respuesta, con planes de contingencia y de protección, tanto de la población como de los bienes económicos, sociales y ambientales. Los principales peligros de origen natural identificados son:

- Eventos hidrometeorológicos extremos
- Sequías intensas
- Incendios en áreas rurales
- Sismos y maremotos

Al cierre de diciembre 2013, la población cubana alcanzó los 11 210 064 habitantes, con una densidad de 102,0 hab/km². De ellos, el 76,8% vivía en zonas urbanas. En ese mismo año, la tasa global de fecundidad descendió a 1,73, por debajo del nivel de reemplazo; acompañada de una reducción de la mortalidad general, con una tasa de alrededor de 8,3 por mil; y de la mortalidad infantil (5,5 por mil nacidos vivos), con el consiguiente incremento en la esperanza de vida (78 años). Así, respecto a 2002, la población de 0 a 14 años se redujo en 3,6%; la correspondiente a 15 - 59 años se mantuvo estancada; y creció el segmento de más de 60 años (18,7% del total de la población al cierre de 2013). Todo esto sitúa a Cuba entre los países más envejecidos de América Latina y el Caribe (ONEI, 2014b).

Al cierre del año 2013, la economía cubana alcanzó un 4,6 % de crecimiento de su Producto Interno Bruto (PIB), abriéndose paso en medio de una profunda crisis económica mundial. Ese comportamiento global es fruto de la política económica desarrollada desde el año 2005, con evidentes resultados de la aplicación de un grupo de programas en la esfera energética; y la expansión del proceso inversionista en los programas estratégicos y el consumo. Se destacan importantes decisiones tomadas en la organización de la agricultura, y en especial en la producción de alimentos, la recuperación del turismo y el reordenamiento del transporte.

En 2013 los gastos totales del presupuesto del Estado decrecieron en un 3 % respecto al año anterior. De los gastos totales del presupuesto del Estado, el 14,9% se destinó a la salud, el 11,1% a la Seguridad Social y el 17,4% a la Educación. El total de ingresos netos decreció un 4,8%, para un saldo fiscal negativo de 4513,5 MM de pesos, que representan el 4,8% del PIB - a precios corrientes -, lo que obliga a intensificar la captación de ingresos y disminuir los gastos para mantener el déficit dentro de límites aceptables. De acuerdo con el "Informe de Desarrollo Humano 2014" del PNUD, Cuba clasifica entre los países de desarrollo humano alto (DHA), ocupando el lugar 44.

Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero

Se presentan las emisiones y remociones de GEI en Cuba para 1990 – 2002, además de una evaluación integrada para ese mismo período, con una actualización y mejora de los

reportes previos de los años 1990, 1992, 1994, 1996, 1998, 2000 y 2002. En la preparación del informe se utilizaron fundamentalmente las Guías Revisadas del IPCC de 1996 (IPCC-OECD-IEA, 1997) y las Guías del IPCC de Buenas Prácticas y Gestión de Incertidumbres (IPCC, 2000). También se emplearon, pero parcialmente, las Guías de Buenas Prácticas para Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (IPCC, 2003) y las Guías del IPCC para la confección de los inventarios de gases de efecto invernadero (IPCC, 2006).

Para cada una de las categorías de fuentes abordadas en el inventario se aplicaron los mejores métodos de estimación que posibilitaron los datos disponibles en el país. En sentido general, pueden subdividirse en dos grupos:

- Métodos de Nivel 1, donde se utilizan datos del país y factores por defecto de las Guías del IPCC u otras metodologías reconocidas.
- Métodos de Nivel 2, normalmente basados en modelos que se aplican a partir de datos del país y factores calculados también desde datos y resultados de investigaciones nacionales. Estos métodos fueron aplicados fundamentalmente en las categorías claves del inventario.

En el inventario se presentan seis categorías principales de fuentes/sumideros para reportar las emisiones. A su vez, estas constituyen módulos dentro del informe. Ellas son:

- Energía
- Procesos Industriales
- Solventes y Uso de Otros Productos
- Agricultura
- Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura
- Desechos

Sobre la base de diversos criterios, se seleccionaron los gases atmosféricos de mayor relevancia para el clima, subdivididos en:

- Gases de Efecto Invernadero Directo: Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O), Hidrofluorocarbonos (HFCs), Perfluorocarbonos (PFCs) y Hexafluoruro de Azufre (SF₆).
- Otros Gases de Importancia Radiativa y Fotoquímica (gases de efecto invernadero indirecto): Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrógeno (NO_x), Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano (COVDM) y Dióxido de Azufre (SO₂).

Los datos de actividad utilizados para la estimación de las emisiones fueron los disponibles en el país y que fueron captados desde diferentes fuentes, fundamentalmente a través de la Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI). Con relación a los parámetros de emisión, se tomaron básicamente los proporcionados por las Guías del IPCC en sus diferentes versiones, especialmente los más actualizados - IPCC 2006 GL (IPCC, 2006), y también de la metodología EMEP/CORINAIR (EEA, 2007). Además, en algunas categorías fueron empleados parámetros de emisión calculados para las condiciones y circunstancias del país. Todos los estimados son reportados en gigagramos (Gg) del contaminante.

Para los GEI directos se obtuvieron resultados importantes, como las emisiones brutas de CO₂. En 2002, estas fueron un 26,6 % menores que en el año base (1990); y las de N₂O, un 52,6 % inferiores. Por el contrario, las emisiones brutas de CH₄ fueron 14,3 % mayores en 2002 que en 1990. Otro elemento significativo en 2002 fue el crecimiento de la biomasa en los bosques como sumidero, que supera de forma notable las emisiones producidas en estos por las extracciones de madera y otras causas. El total de las emisiones brutas agregadas resultó 37 737,02 GgCO₂ equivalente (GgCO₂eq) en el año 2000, y 36 340,32 (GgCO₂eq) en el año 2002 (un 23,8 % menor que en 1990, en que se emitieron 47 671,56 GgCO₂eq)

Como elemento importante en el contexto de la SCN, se obtuvieron nuevos parámetros de emisión en tres categorías seleccionadas del Inventario, a saber:

- Parámetros de emisión del CH₄ derivados de la fermentación entérica en el ganado vacuno, sector de Agricultura;
- Parámetros de emisión/remoción de carbono para los cambios en bosques y otras reservas de biomasa, sector de Cambio y Uso de la Tierra y Silvicultura;
- Parámetros de emisión del CH₄ para los rellenos sanitarios manuales, en el sector de Desechos.

Programas que comprenden medidas para facilitar la adecuada adaptación al cambio climático

Existe un importante grupo de programas nacionales sectoriales que contribuyen a la adaptación al cambio climático. Los más importantes son: Programa Forestal Nacional, Programa de Uso Racional y Ahorro del Agua, Programa de Mejoramiento y Conservación de los Suelos, Programa de Lucha contra la Desertificación y la Sequía (basado en el Manejo Sostenible de Tierras), Programa de Lucha contra Vectores Transmisores de Enfermedades, que incluye las especies exóticas invasoras, entre otros.

Además, y con el mismo propósito, se están desarrollando un conjunto de proyectos en la esfera medioambiental, con financiamiento internacional, entre ellos: Bases Ambientales para la Sostenibilidad Alimentaria Local - BASAL (COSUDE, PNUD, Unión Europea); Ecosistema Sabana Camagüey (FMAM, PNUD); Manejo Sostenible de Tierras (FMAM, PNUD, FAO, PNUMA); Prevención, Gestión y Control de Especies Exóticas (FMAM, PNUD); Conservación de Ecosistemas Montañosos Amenazados (FMAM, PNUD).

Dentro del marco del proyecto de la SCN los estudios de vulnerabilidad, impacto y adaptación al cambio climático abordaron las temáticas siguientes: (a) variaciones y cambios del clima en Cuba, (b) escenarios climáticos para 2050 y 2100, (c) recursos hídricos, (d) zonas costeras y recursos marinos, (e) diversidad biológica, (f) bosques, (g) agricultura, (h) asentamientos humanos y usos de la tierra, e (i) salud humana. En adición, se desarrolló un estudio de caso relacionado con el análisis integrado del impacto del cambio climático y las medidas de adaptación, en un área seleccionada en el sur de la región occidental. Las evaluaciones fueron realizadas por un equipo de trabajo conformado por expertos de las instituciones responsables de estas actividades en el país; los resultados fueron refrendados técnica y científicamente por los mecanismos que para tal efecto posee cada organismo.

Los estudios siguieron una metodología resumida en los siguientes pasos:

- Determinación de la vulnerabilidad física, social y económica, basada en los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo (PVR);
- Reconocimiento y demostración de las variaciones y los cambios ocurridos en el clima para dos líneas base climáticas (1961-1990 y 1961-2010);
- Estimación del clima del futuro, incluyendo la valoración de las incertidumbres, utilizando modelos climáticos globales y regionales, con la aplicación de la técnica de reducción de escala.
- Reconocimiento y demostración de las variaciones y los cambios ocurridos en ecosistemas y sectores socioeconómicos seleccionados, en las líneas base o de referencia.
- Estimación y descripción de las variaciones y los cambios que pudieran ocurrir en ecosistemas y sectores socioeconómicos seleccionados, bajo cada escenario de cambio climático evaluado.
- Elaboración de propuestas de medidas de adaptación para ecosistemas y sectores socioeconómicos seleccionados.

Se analizó el comportamiento de la circulación atmosférica regional y los factores que la modifican (El Niño-Oscilación del Sur, la temperatura superficial del mar en el Océano Atlántico Norte); de los frentes fríos; la temperatura superficial del aire; la precipitación; los procesos de sequía y fenómenos meteorológicos particulares (huracanes, tormentas locales severas e inundaciones costeras). Las evidencias observacionales demuestran que el clima del país ha venido cambiando, lo que se evidencia por el incremento de:

- La temperatura superficial del aire en 0.9°C ; condicionado por el aumento de la temperatura mínima promedio en 1.9°C , produciendo una disminución en la oscilación diaria de la temperatura;
- la frecuencia de sequías largas y severas, especialmente en verano;
- las precipitaciones en el período poco lluvioso, y la disminución en los meses lluviosos; y aumento de la lluvia asociada a grandes precipitaciones en invierno.
- la influencia anticiclónica sobre el área; y
- la ocurrencia de inundaciones costeras moderadas y fuertes, con independencia de los eventos meteorológicos que las generan.

Se efectuaron diversas proyecciones del clima, basadas en distintos modelos climáticos, incluyendo los modelos regionales. Los resultados fueron consistentes con las tendencias y las características climáticas ya descritas; mostrando un clima más caliente, seco y extremo para finales de siglo XXI. El clima futuro de Cuba pudiera caracterizarse por los siguientes cambios: la temperatura media del aire pudiera elevarse hasta 4°C , con una disminución de la precipitación anual que, según el escenario, oscilaría entre el 15 y el 63 %, acompañada del aumento de la evapotranspiración potencial y la evaporación real. Ello conllevaría a la disminución progresiva de la productividad primaria neta de los ecosistemas terrestres y agrícolas, así como de la densidad potencial de biomasa. Los climas subhúmedos secos avanzarán en extensión desde la región oriental hacia el occidente; en los macizos montañosos orientales se establecerán climas subhúmedos secos, susceptibles de desertificación.

Según las tendencias climáticas actuales y los escenarios considerados para los próximos 100 años, se producirá un deterioro de la calidad ambiental general. Como consecuencia, se observará la reducción del potencial hídrico a escala regional, la pérdida de tierra firme

en zonas costeras bajas, el empobrecimiento del suelo, la disminución del rendimiento agrícola en cultivos fundamentales de la dieta nacional, la pérdida de la biodiversidad principalmente en zonas costeras, la afectación de asentamientos humanos costeros, el incremento de enfermedades transmisibles y el consecuente impacto sobre la actividad económica en general. Bajo un escenario climático favorable con relación al agua, su disponibilidad potencial en el 2100 podría reducirse a 24 km³, un 37 % menos respecto a la línea base 1961-1990. En cualquiera de los escenarios climáticos, el balance hídrico demuestra una significativa reducción del agua potencial.

La modelación del clima realizada en el país no incluye la proyección del ascenso del nivel del mar. Para analizar este proceso y sus impactos se utilizaron las estimaciones reportadas por el IPCC en el 2007: 27 cm en 2050 y 85 cm en 2100. Para apreciaciones locales de interés se emplearon los resultados obtenidos en investigaciones desarrolladas dentro del proyecto "Escenarios de peligros y vulnerabilidad de la zona costera cubana, asociados al ascenso del nivel medio del mar para los años 2050 y 2100". Sobre esta base, es posible afirmar que la plataforma insular cubana, y la forma en que se relacionan los mares adyacentes con el océano, sufrirán modificaciones significativas; entre ellas:

- Reducción considerable de las áreas bajas de la Isla de Cuba, de las cayerías y de la Ciénaga de Zapata, junto con la desaparición de numerosos cayos con cotas menores de 0.5 m.
- Aumento de las fluctuaciones de la marea y de las variaciones no periódicas del nivel del mar.
- Retroceso de la costa, llegando hasta un máximo de 7 km.
- Aumento de la velocidad de las corrientes marinas.
- Aumento de la profundidad de la plataforma.
- Incremento del intercambio entre el océano y los mares adyacentes.
- Alteración en la distribución espacial de los sedimentos a lo largo de la costa.

En este escenario marino - costero, combinado con la disminución de las precipitaciones, se reforzará el déficit potencial de agua dulce, por el impacto que tendrá la intrusión marina en los acuíferos costeros. Tal situación conllevaría a una reducción significativa de la entrega de agua subterránea y, en acuíferos costeros poco potentes, podría representar la salinización definitiva de sus reservas.

El sector de los recursos hídricos será uno de los más severamente afectados, lo cual tendrá grandes implicaciones en otros recursos y sectores. En el futuro se ampliará la competencia existente entre la disponibilidad de agua y la creciente demanda humana. Las propuestas de adaptación del sector hídrico han sido tempranamente preventivas, sustentadas en el desarrollo de un poderoso sistema hidráulico. En líneas generales, las medidas de adaptación deben estar dirigidas a elevar la eficiencia en el manejo del agua en todas las fuentes y usos finales; en la protección del recurso contra la contaminación; y la realización de inversiones para modificaciones estructurales, con prioridad en la construcción de obras para contrarrestar el efecto de la contaminación marina. Por otra parte, es fundamental el fortalecimiento de las redes de observación hidrológica y sus sistemas conexos, así como la reevaluación de los recursos reales disponibles y de la hidrología de las obras, para reformular de manera apropiada la política de gestión del recurso agua.

En la diversidad biológica, y en el funcionamiento y equilibrio de los ecosistemas, además de la presión a que están sometidos por la intervención humana, incidirá la combinación de

los escenarios climáticos, hidrológicos y marino - costeros. El incremento de la temperatura del aire; la disminución de la precipitación; el acrecentamiento de la salinidad del mar resultante de la disminución del escurrimiento de agua dulce hacia la plataforma; y el retroceso de la línea de costa, gravitarán negativamente sobre diversas especies de la flora y la fauna, algunas de las cuales pudieran hallarse en riesgo de extinción. Podrían arribar especies invasoras animales y vegetales perjudiciales. Plagas y vectores tendrán condiciones propicias para su propagación, aumentando el peligro de enfermedades en humanos, animales y plantas. Las medidas de adaptación para la diversidad biológica deberán tomar como punto de partida la identificación de los impactos del cambio climático en todos los grupos biológicos y ecosistemas, y la incorporación de este conocimiento en la gestión del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Como principales medidas se exponen:

- La conservación y/o recuperación de los humedales costeros.
- La conservación y utilización de los recursos genéticos, principalmente los endémicos emparentados con cultivos agrícolas;
- La profundización del conocimiento y el uso de los bienes y servicios de la diversidad biológica.
- La reforestación seguirá como una práctica adaptativa apropiada.
- La formulación de políticas de prevención para contrarrestar las plagas y los vectores, que promuevan el uso de técnicas de tipo orgánico y con medidas principalmente higiénico - sanitarias.

La agricultura se desenvolverá en un ambiente climático adverso. La productividad primaria neta y la densidad potencial de biomasa decaerán; se acortará progresivamente la duración (en días) de las fases fenológicas de cultivos importantes, incluyendo la duración total de los ciclos de cultivo y los rendimientos potenciales decrecerán. Lo anterior, acompañado por la reducción de las áreas agrícolas, conllevará a impactos sobre la producción agrícola total y la cría de animales, superiores a los estimados a cuenta del impacto directo del aumento de las temperaturas y la reducción de las precipitaciones. La adaptación en el sector agrícola requerirá del uso de tecnologías de protección de cultivos y del ganado; la obtención e introducción de variedades de cultivos con mayores rendimientos potenciales y de razas de ganado resistentes a las altas temperaturas y al déficit de agua; y cambios en la gama de cultivos, que deberán ser introducidos en la práctica a medida que evolucione el clima.

Se prevé que el cambio climático tendrá un impacto significativo sobre los factores que influyen en la calidad de vida, lo que hará más difíciles los esfuerzos para mejorarla. La población experimentará un posible aumento del riesgo ante determinadas enfermedades y eventos hidrometeorológicos extremos. La repercusión será diversa:

- Las afectaciones en la agricultura producirán cambios en la cultura alimentaria de los cubanos, conduciendo también a una transformación en la ocupación laboral de un número importante de personas vinculadas a la producción agrícola y pesquera.
- Se prevén afectaciones potenciales a la salud, debido al aumento de vectores y plagas, enfermedades emergentes y reemergentes; y por el deterioro de las condiciones higiénico - sanitarias relacionadas con el déficit de agua.
- El excesivo calor puede hacer sofocante el ambiente doméstico en casas diseñadas para un clima menos cálido, con implicaciones para la salud, sobre todo de la mujer y la población más vulnerable, o sea, niños, niñas, ancianos y ancianas.
- La posibilidad de implementar traslados forzados de los lugares de residencia podría incrementarse, debido a la pérdida de áreas por el ascenso del nivel del mar.
- Aumentará el riesgo de desastres de origen hidrometeorológico.

Todas las medidas de adaptación generales propuestas para cada sector se han diseñado en función de beneficiar a la población. A ellas se agrega la necesidad de un reordenamiento territorial que, de forma integrada y planificada, permita enfrentar los problemas y retos que el cambio climático plantea a la sociedad cubana, lo cual será solo posible incluyendo la adaptación preventiva en los planes de desarrollo.

Programas que comprenden medidas para mitigar el cambio climático

Los antecedentes del capítulo se sitúan en la Primera Comunicación Nacional (PCN) como documento básico y en los trabajos iniciales de construcción de escenarios energéticos y de impacto ambiental, asociados a los esfuerzos de cuantificación desarrollados posteriormente a esa Comunicación. Allí se identificaron un grupo de acciones en diferentes campos, sobre todo relacionados con la política de ahorro y uso racional de la energía, que pocos años después fueron incorporados al programa denominado “Revolución Energética”. La relevancia de estos temas para el desarrollo nacional quedó plasmada explícitamente en los “Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución”, aprobados por el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba como parte del proceso de actualización del modelo económico cubano; en específico en los lineamientos 133 y 245, así como en el resto de los temas sectoriales agrupados en dicho documento.

Las direcciones priorizadas del Desarrollo Energético Nacional a mediano y largo plazos están estrechamente relacionadas con la mitigación del cambio climático. La implementación de la estrategia impactará positivamente en la eficiencia energética, lo que unido a la utilización de las fuentes renovables de energía, permitirá reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

En los sectores no energéticos se destaca la existencia de una política a largo plazo para la reforestación, cuya primera fase deberá culminar en el año 2015, cuando se alcance un índice de forestación de 29,3 % del territorio nacional (favorable si se compara con el 14 % reportado para 1959). En el marco de dicha política también se identifican nuevas opciones de mitigación del cambio climático.

En la Segunda Comunicación Nacional se presentan tres escenarios: un escenario Base (o de Referencia); un escenario de Mitigación, en el cual se integran todas las opciones de mitigación identificadas y evaluadas en los diferentes sectores económicos; y un escenario de Mitigación alternativo por el uso Intensivo de las fuentes renovables de energía (FRE), que presenta las implicaciones en cuanto a costos, eficiencia energética y emisiones de GEI resultantes de aprovechar al máximo el potencial de las FRE identificado en el país, básicamente biomasa, energía fotovoltaica y eólica, para cubrir la misma demanda de electricidad del escenario de Mitigación.

Se evaluaron 35 opciones de mitigación para los siguientes sectores: residencial, generación de electricidad, transporte, industrial y agropecuario, forestal y desechos. Para ello se tomaron en consideración los resultados presentados en la PCN y del Inventario de Emisiones y Remociones de Gases de Efecto Invernadero correspondiente a 2002, de conjunto con los valores reportados preliminarmente en el inventario para el año 2004. En dichas opciones, el Potencial de Mitigación estimado (Emisiones de Referencia menos Mitigación) se encuentra en el orden de los 715 millones de toneladas de CO₂eq, mientras que en el 2050 la reducción es de aproximadamente 40 millones de toneladas de CO₂eq con relación al escenario de Referencia.

La evaluación constituye una notable oportunidad para explorar las posibles consecuencias de diferentes sendas de desarrollo sobre el sistema socioeconómico y ambiental. Aunque el objetivo de la misma es identificar las opciones de mitigación de emisiones de GEI y el

potencial a éstas vinculadas, pone en evidencia los impactos sobre el uso, el comercio exterior, la eficiencia y los costos de tales escenarios. Por otra parte, llama la atención respecto a la importancia de incorporar metodologías y técnicas de evaluación en los estudios de mitigación, en especial la de contar con escenarios robustos, y sobre todo, con un escenario Base o de Referencia bien estructurado y que incorpore las tendencias del sistema socioeconómico y ambiental, junto con las medidas y políticas identificadas en proceso de implementación, de tal forma que no constituyan solo una extrapolación de datos actuales hacia el futuro.

Las opciones aquí propuestas podrían ser incorporadas a las carteras de proyectos de eficiencia, promoción de FRE y de certificación de emisiones evitadas en vigor o en los nuevos instrumentos que se proyectan para el futuro.

Otra información pertinente para el logro del objetivo de la Convención

Políticas, estrategias y programas

Por sus implicaciones en el desarrollo a corto, medio y largo plazos, la información más relevante se asocia con los “Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución”, y su relación con el cambio climático. El Lineamiento 131 establece “Sostener y desarrollar los resultados alcanzados... en el campo de las ciencias naturales, los estudios y el empleo de las fuentes de energía renovables...”; y en el 133 “...Priorizar los estudios encaminados al enfrentamiento al cambio climático y, en general, a la sostenibilidad del desarrollo del país...”. No obstante, ya desde comienzos de los años 90 del siglo pasado el cambio climático se incorporó a la agenda ambiental nacional.

Otro paso importante en el camino de la integración del cambio climático en la política, planes y programas fue la aprobación del Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático por el Consejo de Ministros en 2007. En él resulta una prioridad la inclusión de la dimensión de la adaptación al cambio climático, con énfasis en la zona costera, a los programas, planes y proyectos sectoriales vinculados con la producción de alimentos, la higiene y la epidemiología, el manejo integral del agua, la construcción, el ordenamiento territorial y las nuevas inversiones y planes estratégicos.

Transferencia de tecnología

En el marco de la SCN se realizó la primera evaluación preliminar de la capacidad nacional para la transferencia de tecnología asociada al cambio climático, tanto en la mitigación como en la adaptación. Se pudo establecer hasta qué nivel los conocimientos disponibles, las competencias existentes, los instrumentos y regulaciones vigentes, los sistemas de información, de comunicación y de interrelación entre actores, garantizan el proceso, considerando el escenario actual y el proyectado, en lo político, económico, social y ambiental. Por ser parte de las estrategias principales de desarrollo en Cuba, se seleccionaron los sectores energético, hídrico, forestal y agrícola.

Algunas de las barreras comunes identificadas fueron: limitado acceso a fuentes de financiamiento para nuevas inversiones y a suministradores de tecnologías y de piezas de repuesto; elevados costos de transacción; pocos incentivos que favorecen el ahorro de los recursos y la implementación de la tecnología más adecuada; irregularidades en la infraestructura de mercado, que restringe el acceso a la tecnología; debilitamiento de la red de laboratorios e instalaciones para pruebas y certificación de tecnologías; insuficiente flujo de información, que en algunos casos se agrava por la falta de acceso a los datos disponibles, o por no utilizar adecuadamente los existentes; y una limitada sensibilización de los actores sobre temas relacionados con el cambio climático y los impactos positivos esperados a partir de la implementación de la tecnología. Muchas de estas barreras se

hallan identificadas en los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución y se acometen acciones para minimizarlas o erradicarlas definitivamente.

Observación sistemática

El Instituto de Meteorología opera 68 estaciones meteorológicas de superficie, con régimen de trabajo sin interrupción las 24 horas del día, durante todo el año. Además, realiza la vigilancia meteorológica por radar, con 8 equipos que cubren todo el territorio nacional. Con el objetivo de evaluar el recurso eólico en Cuba, se mantiene en operación una red de 11 torres meteorológicas de referencia, con la función principal de monitorear el viento hasta alturas de 100 m en diferentes condiciones físico-geográficas. A estas se suman cinco estaciones principales que realizan mediciones de gases, partículas y la composición química de la lluvia, y seis estaciones secundarias que solamente muestrean esta última variable; un observatorio para la medición del contenido total de ozono; y un fotómetro solar CIMEL, para la determinación de características ópticas de los aerosoles, como el espesor óptico.

Por otra parte, el Instituto de Aeronáutica Civil de Cuba (IACC) opera la red de estaciones meteorológicas ubicadas en los aeropuertos del país. El Ministerio de Salud Pública ejecuta el control de la composición de la atmósfera en el nivel de impacto, especialmente en los asentamientos poblacionales influidos por emisiones de fuentes contaminantes, sobre la base del programa conjunto OMS-OMM en este sector.

Para la cuantificación del recurso agua, el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) opera tres tipos de redes hidrológicas superficiales: pluviométrica, climática e hidrométrica, aunque la totalidad de los embalses contribuyen al monitoreo del escurrimiento superficial. También cuenta con pozos de observación del agua subterránea y estaciones de monitoreo de la calidad del agua. El INRH gestiona la red de calidad de las aguas (REDCAL) para el control y vigilancia de la contaminación (por sobreexplotación del recurso o vertimientos directos e indirectos a las aguas terrestres). La Red Mareográfica Nacional está constituida por 19 estaciones mareográficas y es operada por el Grupo Empresarial GEOCUBA.

La República de Cuba contribuye a los principales sistemas de recopilación de datos de la OMM, como son el Sistema Mundial de Observación del Clima (GCOS en inglés), la Vigilancia de la Atmósfera Global, el Sistema de Observación Global del Nivel del Mar (GLOSS en inglés) del Sistema Mundial de Observación de los Océanos (GOOS por sus siglas en inglés) y el Sistema Mundial de Observación del Ciclo Hidrológico (WYCOS).

Se dispone de sistemas de alerta temprana plenamente operativos. Se destacan la alerta temprana, avisos e informaciones sobre la amenaza o afectación de fenómenos meteorológicos peligrosos; la vigilancia, diagnóstico, alerta temprana y pronóstico de la sequía meteorológica y la sequía agrícola; la alerta temprana y prevención hidrológica; y la vigilancia de la sequía hidrológica. El modelo de gestión y prevención de riesgos de Cuba ha sido reconocido como líder a nivel regional y es uno de los mejores del mundo. El sistema de Defensa Civil abarca a todo el país y está organizado a todos los niveles, teniendo en cuenta la división político-administrativa y la estructura correspondiente del Estado. Se apoya en el uso de los recursos humanos y materiales pertenecientes al Estado, las organizaciones económicas y sociales y cuenta con la comprensión y apoyo de la población cubana.

Investigación

En Cuba, la realización de investigaciones científicas sobre el cambio climático ha constituido un proceso continuo, haciendo uso de la experiencia acumulada, de las nuevas evidencias científicas y de cada vez mejores herramientas de análisis y evaluación.

Particular atención ha recibido la evaluación de los impactos potenciales del cambio climático y la identificación de las posibles opciones y medidas de adaptación. Varios son los programas nacionales y ramales o de interés provincial, pertenecientes al sistema nacional de programas y proyectos científico-técnicos, que han abordado aspectos del cambio climático. Entre ellos se encuentran el Programa Nacional “Los Cambios Globales y la Evolución del Medio Ambiente Cubano” y los programas ramales “Análisis y Pronóstico del Tiempo y del Clima Terrestre y Espacial” y “Conservación de los recursos naturales y gestión ambiental”. Recientemente entró en ejecución un nuevo programa de ciencia e innovación de interés nacional, titulado “Cambio climático en Cuba: impactos, mitigación, y adaptación”. La Red de Medio Ambiente del Ministerio de Educación Superior también desarrolla investigaciones vinculadas a la temática del cambio climático. Mención aparte merece la contribución de especialistas cubanos a las evaluaciones periódicas del IPCC.

Educación y sensibilización pública

Este aspecto mostró avances desde la PCN, favorecidos por las políticas y proyectos estatales en marcha y el aumento de la información y el conocimiento, como resultado de una mayor y sistemática presencia de los temas relativos al medio ambiente y el cambio climático en los medios de prensa nacionales y locales. Cuba cuenta con una Estrategia Nacional de Educación Ambiental (ENEA) desde 1997, que incluye tanto las vías formales como no formales de educación. En el Sistema Nacional de Educación y en los planes de formación de profesionales de la educación superior, la educación ambiental ha sido reconocida como objetivo priorizado, lo cual ha permitido el desarrollo de acciones que posibilitan elevar la cultura ambiental de los alumnos con el cambio climático incluido, y el fortalecimiento de la relación de la escuela y la universidad con la comunidad. El contenido de las disciplinas de las carreras integra coherentemente temas concernientes a la educación ambiental, entre ellos algunos relacionados con el cambio climático.

Las campañas nacionales por el Día Mundial del Medio Ambiente a partir del año 2007, han estado dirigidas a promover la cultura ambiental, con énfasis en el enfrentamiento al cambio climático. La correspondiente al 2014 estuvo dedicada en particular a la adaptación al cambio climático. Muchas publicaciones periódicas han dedicado espacios dirigidos a informar, educar y sensibilizar sobre el tema al público en general.

Desde el Sistema Nacional de Radio y Televisión, se elaboró una estrategia informativa sobre el tema de cambio climático, tanto a nivel nacional como internacional. Entre 2011 y 2013 se transmitieron más de 700 programas de radio y televisión a nivel nacional y territorial relacionados con el tema. Se desarrolló el curso de Universidad para Todos sobre “Cambio Climático” y se inició otro sobre “Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo”. En los años 2009, 2011 y 2013 se realizaron los Congresos sobre Cambio Climático en el marco de la Convención Internacional “Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible” en la ciudad de La Habana.

En el contexto de la SCN se elaboró un programa de educación y sensibilización pública, a través de un amplio programa de consultas, con una variada representación de todos los sectores involucrados, proporcionando la participación de todas las provincias del país en el proceso. Incluyó a líderes de la sociedad civil y contó con una fuerte presencia femenina: más del 50 % de los participantes en los talleres de consulta fueron mujeres.

Fomento de la capacidad y cooperación Sur – Sur

Al igual que con la Primera Comunicación Nacional, la preparación de la SCN ha sido la principal fuente de oportunidades para la capacitación de los recursos humanos y el fomento de capacidades, a fin de asegurar la sostenibilidad de las actividades asociadas al cambio climático. Se impartieron numerosas conferencias y se realizaron varios talleres de

capacitación, con la asistencia de 218 personas y una amplia participación de expertos pertenecientes a diferentes sectores de la sociedad y específicamente de las mujeres.

También se han desarrollado proyectos con el apoyo internacional y se ha brindado una activa cooperación Sur–Sur, lo cual resulta un rasgo particular de la experiencia cubana en el contexto del cambio climático. Las acciones se han materializado a través del envío de expertos a diferentes países para apoyar la preparación de las comunicaciones nacionales, la evaluación de impactos y la adaptación, y la generación de escenarios de cambio climático. En relación con los pequeños estados insulares en desarrollo del Caribe, la cooperación ha alcanzado su expresión más alta con el memorando de entendimiento entre el Caribbean Community Climate Change Centre (CCCCC) y el INSMET de Cuba, con el objetivo de reforzar y aumentar los esfuerzos de ambas partes en cambio climático, por medio de una asociación de largo plazo. La cooperación con los pequeños países insulares se ha extendido a otras regiones, como el Pacífico. En algunos casos, estas acciones han sido apoyadas por países desarrollados y organizaciones internacionales. Durante el período transcurrido desde la presentación de la PCN tuvieron lugar 3 proyectos de creación de capacidades con el soporte financiero y técnico del FMAM/PNUD, la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional y la Universidad de Toronto, Canadá.

Asimismo, concluyó el ejercicio de Autoevaluación Nacional de Necesidades de Capacidad para la Gestión Ambiental, mediante un proyecto FMAM/PNUMA, con resultados satisfactorios.

Información y trabajo en redes

Para la aplicación del artículo 6 de la CMNUCC y en cumplimiento del Programa de Trabajo de Nueva Delhi enmendado, se ofrece información pública sobre cambio climático, utilizando principalmente internet. Como parte del proceso de preparación de la SCN se creó el sitio de cambio climático de Cuba, con el propósito de lograr el necesario entendimiento y contribuir al cambio de actitud de las personas en su comportamiento hacia el medio ambiente. También existe la página web interactiva PRECIS-CARIBE, desarrollada por el INSMET y concebida para facilitar el acceso en línea a los escenarios de cambio climático a partir de las corridas de PRECIS, con vistas a facilitar su empleo en la región de Centroamérica, México y el Caribe. Además, varios sitios nacionales en la web brindan información al público sobre cambio climático o en temas asociados a él.

En cuanto al trabajo en redes, la elaboración de los tres componentes fundamentales de la comunicación nacional: inventario de GEI, mitigación del cambio climático e impactos, vulnerabilidad y adaptación, se realizó mediante tres redes de trabajo multidisciplinario, una para cada componente. También funcionan otras redes que incluyen el cambio climático entre sus objetivos de trabajo, entre las que se encuentran:

- la Red Agraria de Cambio Climático (RACC), coordinada por el Ministerio de la Agricultura, la cual fue creada para agrupar a todas las organizaciones científicas que tributan resultados a este ministerio;
- la Red de Medio Ambiente del Ministerio de Educación Superior, integrada por 17 universidades, 11 entidades de ciencia e innovación tecnológica y tres facultades de montaña, la cual promueve una cultura ambiental para el enfrentamiento del cambio climático y el desarrollo sostenible al interior de las universidades y en las comunidades;
- la Red Cubana de Formación Ambiental (REDFA-Cuba), que es la representación del Punto Focal cubano de la Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe, y considera al cambio climático como objeto de atención especial.

Cuba participa activamente en la Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático (RIOCC). A nivel subregional, mantiene una estrecha cooperación con CCCCC y toma parte en el Foro de Perspectivas Climáticas para la Región del Caribe (CARICOF en inglés).

Limitaciones, barreras, vacíos, y necesidades de financiación, tecnología y capacidad

Las limitaciones que restringen o impiden la ejecución de acciones para una implementación efectiva de la CMNUCC en Cuba son, sobre todo, de índole económica y financiera, y constituyen un factor de vulnerabilidad adicional a los efectos del cambio climático, en particular para la adaptación. La principal barrera que limita el acceso a los principales flujos de financiamiento internacional y a tecnologías de punta, es el bloqueo económico, comercial y financiero al cual la República de Cuba se ve sometida por parte del Gobierno de los Estados Unidos de América (EUA). Esta arbitraria medida obstaculiza el acceso a fuentes financieras internacionales para nuevas inversiones; a suministradores que garanticen partes y piezas de repuesto, en específico aquellos dominados por EUA; y dificulta la obtención de tecnología avanzada, con una importante composición en materiales, software y patentes de Estados Unidos.

Una barrera notable en el proceso de preparación de las comunicaciones nacionales resulta la existencia de excesivos mecanismos burocráticos en los procesos de acceso y obtención del financiamiento internacional, y posteriormente, durante la ejecución del mismo. Se señalan también las barreras presentes en la adquisición de los paquetes de software necesarios, más aún para los procesos de evaluación, y el alto costo de los mismos, con el bloqueo económico, comercial y financiero como causa principal. Asimismo, clasifican como tal las restricciones impuestas por las agencias internacionales a las actividades habilitantes para la elaboración de las CN, en cuanto a los montos aceptados para la adquisición de equipamiento, sobre todo para la determinación de coeficientes de emisión y la identificación y diseño de medidas de mitigación.

La insuficiencia de los sistemas existentes para el monitoreo del clima y de la calidad del aire se determinó como un vacío. El Gobierno cubano ha continuado dedicando la máxima prioridad y notables recursos financieros a mantener los sistemas de observación existentes y la investigación científica dedicada al cambio climático, o relevante para el mismo, a pesar de las difíciles condiciones económicas aún presentes. La falta de recursos es una limitante a la capacidad intelectual con que cuenta el país, a fin de avanzar en los complejos estudios sobre el cambio climático. Otro vacío de peso lo constituye la escasez de bases de datos con el grado de desagregación y calidad requerido para la evaluación de los impactos del cambio climático. En el caso de la mitigación, dos cuestiones reclaman una atención especial en próximas Comunicaciones Nacionales: la estimación de factores de emisión propios del país y los estudios de costo-beneficio o de impacto de las opciones de mitigación, de lo cual adolecen la gran mayoría de las investigaciones realizadas y consultadas en esta dirección.

Para asegurar la sostenibilidad de la preparación de los futuros informes bienales (BUR) y las Comunicaciones Nacionales, en un ciclo ininterrumpido, se necesitan recursos financieros de fuentes internacionales, destinados al fortalecimiento institucional en apoyo a los colectivos encargados de garantizar su elaboración, y que trabajan en red en cada componente clave de la comunicación nacional.

Introducción general

Después de la publicación de su Comunicación Nacional inicial en 2001, la República de Cuba presenta ahora la Segunda Comunicación Nacional (SCN) a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Durante el tiempo transcurrido entre ambos reportes, mucho se ha avanzado en el conocimiento del cambio climático y sus implicaciones; no obstante, persisten grandes interrogantes e incertidumbres relacionadas con sus manifestaciones, que preocupan y ocupan a científicos, políticos y a la sociedad en general.

El clima de la Tierra siempre ha variado. Sin embargo, los rápidos cambios que se han producido en las condiciones climáticas del planeta desde mediados del siglo pasado se han debido, con una alta probabilidad, al aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, producto de las actividades humanas. Otros factores de carácter antrópico también afectan al sistema climático, como son las emisiones de contaminantes y otros aerosoles, además de las modificaciones de la superficie terrestre (urbanización, deforestación), según refiere la Organización Meteorológica Mundial en el reporte sobre el Estado del Clima Mundial (OMM, 2013). Evidencias muy recientes allí reveladas reafirman que el decenio 2001 – 2010 ha sido el *“más cálido jamás registrado desde que se empezaron a realizar mediciones en la época moderna, hacia 1850. Asimismo, se establece que “... la temperatura media mundial del aire sobre la superficie terrestre durante este período de 10 años fue de 14,47°C ± 0,1°C. ... Esto es, 0.88°C por encima de la temperatura media durante el primer decenio del siglo XX (1901-1910)”*.

Ya en 2007, el 4^{to} Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) concluía que *“... el calentamiento del sistema climático es inequívoco, tal y como evidencian ahora las observaciones del aumento en las temperaturas medias del aire y los océanos, el derretimiento generalizado de hielo y nieve y el incremento medio global del nivel del mar...”*. La misma fuente apuntaba que las mejores estimaciones del calentamiento medio del aire en superficie para los escenarios de emisión más bajo (B1) y más alto (A1FI) serían de 1,8°C y 4,0°C, con rangos de probabilidad de 1,1°C - 2,9°C y 2,4°C - 6,4°C, respectivamente, para el año 2100. Planteaba además que *“... los cambios en las precipitaciones muestran pautas sólidas a gran escala: generalmente aumentarán en la zona ecuatorial, disminuirán en los subtrópicos y se incrementarán en latitudes altas debido a una intensificación general del ciclo hidrológico mundial”*. En cuanto al nivel medio del mar, proyectó incrementos entre 0,18 y 0,59 cm para 2090 - 2099, respecto al promedio 1980-1999. Otras evidencias de cambio climático se acentuarán, como son la reducción de la cobertura de nieve y la extensión y profundidad del suelo helado permanentemente, o el incremento en la frecuencia de eventos meteorológicos y climáticos extremos.

Pero los cambios pudieran sobrevenir de forma más acelerada y alcanzar magnitudes más allá de las inicialmente previstas. El Resumen para Responsables de Políticas del Quinto Informe de Evaluación del Grupo de Trabajo I del IPCC, presentado en septiembre de 2013, adelantaba que *“el nivel medio global del mar seguirá aumentando durante el siglo XXI”*. Para todos los escenarios utilizados, *“la tasa de aumento del nivel del mar será muy probablemente superior a la observada durante 1971-2010 debido al mayor calentamiento de los océanos y al aumento en*

la pérdida de masa de los glaciares y los mantos de hielo”. A su vez, reconoció que “las continuas emisiones de gases de efecto invernadero causarán un mayor calentamiento y cambios en todos los componentes del sistema climático”, y que “para limitar el cambio climático se requerirá una reducción sustancial y sostenida de las emisiones de gases de efecto invernadero”.

Fidel Castro Ruz, líder histórico de la Revolución cubana, señaló recientemente que *“...el cambio climático es el peligro más inminente que en menos de un siglo puede hacer imposible la supervivencia de la especie humana”*. De hecho, ha sido calificado por muchos como el principal problema ambiental del mundo hoy en día. No habrá futuro viable para hombres y mujeres, para la infancia y la juventud, si los seres humanos no asumen y proyectan el desarrollo de forma sostenible, en concordancia con las leyes que rigen la vida en la Tierra y la evolución del universo.

Ante tal realidad, la atención y acción frente a este desafío a escala global deben intensificarse. Aunque resulte contradictorio, no se logran todavía los avances requeridos en la mitigación del cambio climático, especialmente por parte de los países industrializados, para estabilizar primero y luego revertir la situación. Después de ingentes intentos por preservar los acuerdos alcanzados con el Protocolo de Kioto para el período 2008 - 2012, se extendió su vigencia hasta 2020, descartándose la posibilidad de un tercer período para la reducción de emisiones de las Partes incluidas en el Anexo I de la Convención. Mientras, se negocia un nuevo instrumento legal para 2015, con entrada en vigor en 2020, donde se mueven fuertes tendencias destinadas a asignar compromisos legales (vinculantes) de reducción de emisiones a todos los países Parte del Convenio.

En este contexto tan complejo, Cuba concluye el segundo reporte nacional a la Conferencia de las Partes de la CMNUCC. Vale recordar que la salida de la Primera Comunicación Nacional (PCN) constituyó sin dudas un hito en los estudios ambientales, socioeconómicos y científico-tecnológicos efectuados hasta entonces en el país. Su importancia no radicó solo en el nivel científico alcanzado por las evaluaciones, o en la utilidad práctica de sus resultados para la toma posterior de decisiones por las autoridades correspondientes. Reveló las capacidades existentes en las instituciones cubanas para incorporarse a un proceso de gran complejidad y rigor, que presuponía la generación o asimilación de aportes y conocimientos novedosos en el campo de la protección de los recursos naturales, sin obviar la experiencia acumulada durante muchos años en sus respectivas especialidades.

La confección de esta nueva versión del documento se desarrolló bajo el amparo del proyecto internacional “Actividades de apoyo para preparar la Segunda Comunicación Nacional de la República de Cuba con arreglo a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático” - PIMS N° 3498, financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), más conocido como GEF por sus siglas en inglés; e implementado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Por la parte cubana, la supervisión y control de la marcha del proyecto corrió a cargo del Ministerio de Comercio Exterior y la Colaboración Extranjera (MINCEX), como organismo de relación, junto con el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), en específico su Dirección de Relaciones Internacionales (DRI). De forma más directa, la Agencia del Medio Ambiente y el Instituto de Meteorología asumieron la coordinación de las

actividades, no solo limitadas a la elaboración del informe, sino que se orientaron también a la ampliación del conocimiento técnico y al impulso de la implementación de otras acciones nacionales clave en respuesta al cambio climático.

Como corresponde a las Partes no incluidas en el Anexo I de la Convención (NAI), la SCN de Cuba se preparó bajo las Directrices de la Convención adoptadas por la Conferencia de las Partes en su octava sesión, mediante la decisión 17/CP.8 (CMNUCC, 2002). La aplicación del correspondiente Manual de Usuario (CMNUCC, 2004), que contiene una descripción detallada sobre los aspectos a reportar, fue esencial para garantizar el uso efectivo y eficiente de las Directrices al momento de confeccionar el informe. Se contó con la mejor información disponible actualmente en el país, de la forma más consistente, transparente y comparable posible, con la flexibilidad debida. Vale destacar también el acompañamiento del Programa de Apoyo a las Comunicaciones Nacionales de las Partes NAI (NCSP en inglés) durante todo momento, con énfasis especial en las etapas de capacitación inicial y de revisión final de los resultados.

De inestimable puede calificarse el apoyo brindado por los Organismos de la Administración Central del Estado en la preparación de esta Comunicación Nacional. Además de ofrecer sus instituciones, el personal calificado y la información requeridos para estudiar los impactos de este fenómeno global en el país, así como comprometerse a implementar las correspondientes medidas para contrarrestarlo, el Estado cubano contribuyó sustancialmente con recursos materiales y monetarios. Más de diez proyectos con financiamiento nacional, adscritos a diferentes programas de investigación científica, acompañaron la ejecución del proyecto internacional, cuyo monto se estimó en más de un millón y medio de pesos cubanos.

En la elaboración de la SCN participaron actores nacionales clave. Esta característica facilitará el uso práctico de sus resultados como herramienta útil para la toma de decisiones, con inclusión del cambio climático. El informe constituye el producto final de un largo proceso de síntesis, revisión y consulta a decisores de la esfera gubernamental, la comunidad académica, organizaciones no gubernamentales y sociales, entre otros. Ha tenido lugar en medio de una coyuntura socioeconómica en evolución, marcada por importantes transformaciones en el país, refrendadas en los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución Cubana, en implementación desde 2011.

Dentro del nuevo informe, el peso de la componente relacionada con la adaptación al cambio climático vuelve a ser considerable, al ser Cuba una Parte NAI y un pequeño estado insular en vías de desarrollo. Con respecto a la PCN, no solo se ha ampliado el alcance de la evaluación de los impactos y la vulnerabilidad, sino también se muestran los resultados iniciales de un análisis integrado, en una zona altamente vulnerable localizada en la región occidental del país. Ambos ejercicios se efectuaron sobre la base de una actualización de las variaciones y cambios acaecidos en las condiciones climáticas del territorio nacional, incluyendo los eventos extremos, y de nuevos escenarios climáticos, con mayor resolución, respectivamente. Junto con esto, el reporte incorpora nuevos elementos para la mitigación en diferentes sectores socioeconómicos de interés, incluyendo la formulación de escenarios y su evaluación económica.

Otros aspectos medulares, como la transferencia de tecnología, la comunicación y educación ambiental, la investigación científica, el fomento de capacidades y el trabajo en redes, etc., tienen representación en la presente edición. Adicionalmente, se conformó y se deja operativo el sitio web www.cambioclimatico.cu. El inventario de gases de efecto invernadero (GEI), elemento inicial y clave en toda la evaluación, recoge no solamente las emisiones y absorciones registradas por Cuba en 2000 y 2002, junto con la actualización de todos los años pares desde 1990 hasta 2002 y el período en su totalidad; se ha incorporado también información relativa a datos de actividad específicos del país y factores de emisión determinados propiamente para condiciones tropicales insulares como las de Cuba. El informe se acompaña de un resumen ejecutivo en idiomas español e inglés, para facilitar una lectura rápida de sus principales resultados.

La SCN incorporó además diversos resultados provenientes de proyectos nacionales e internacionales desarrollados en el país entre la Primera y Segunda Comunicaciones, así como las opciones emanadas de ellos, los cuales han quedado debidamente señalados en los capítulos correspondientes.

Varios productos colaterales se obtuvieron en el marco de la SCN, la mayoría de los cuales se ha publicado en formato digital o en impresos. En ellos se profundiza en los aspectos técnicos de las evaluaciones realizadas. Por otra parte, y promovido por la representación local del PNUD y la AMA, se establecieron y consolidaron sinergias con otros proyectos de corte medioambiental, donde la Comunicación Nacional funcionó como sombrilla integradora de resultados y salidas vinculadas con el cambio climático. Este rasgo ya va resultando distintivo del proceso preparatorio de las Comunicaciones Nacionales en el país, caracterizado también por el funcionamiento permanente de los equipos técnicos por componentes, el empleo de metodologías nacionales o adaptadas al contexto específico, el incremento gradual de la atención a la mitigación como estrategia de respuesta, o la importancia creciente de otras informaciones de interés para la implementación de la Convención. Todos ellos deberán reforzarse en las versiones futuras del informe y resultan oportunidades ante los nuevos retos planteados a las Partes NAI en sus Comunicaciones Nacionales.

Mención aparte merecen la formación y capacitación de recursos humanos en el contexto de la SCN. El proyecto ha constituido una oportunidad excelente para el fomento de nuevas capacidades y la mejora de las existentes. Basadas en el capital institucional y humano con que hoy cuenta el país, creado en lo esencial durante los últimos 50 años, estas acciones han sido fundamentales para garantizar la sostenibilidad de las actividades relacionadas con el cambio climático por más de 15 años. Tal proceder se vincula además con la colaboración con países desarrollados y en una activa cooperación Sur-Sur. A su vez, y como buena práctica, puede señalarse la interacción permanente con las agencias del sistema de las Naciones Unidas relacionadas con el tema, en especial con PNUD. En este contexto, la SCN contribuye a impulsar el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, sobre todo de aquellos relativos a la educación, la seguridad alimentaria y nutricional, la preservación de la salud humana en su sentido más amplio, el enfoque de género, el desarrollo socioeconómico y, en especial, con el objetivo N° 7, *Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente*, y sus cuatro metas.

Con la culminación de la Segunda Comunicación Nacional se cierra un ciclo iniciado en 2009, cuyo saldo es definitivamente positivo. Tanto la preparación del informe como la salida del documento final no deben verse como momentos o esfuerzos aislados, ejecutados de forma independiente. Constituyen elementos clave en la articulación del Programa para el Enfrentamiento de la Sociedad Cubana al Cambio Climático, concebido en varios niveles y que involucra a múltiples participantes. Otros integrantes del programa son los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo (PVR) para diferentes extremos climáticos, implementados hasta el nivel local; y el macroproyecto denominado *Escenarios de peligro y vulnerabilidad de la zona costera cubana asociados al ascenso del nivel medio del mar para los años 2050 y 2100*. Además, como plataforma científica cuenta con el Programa Científico-Técnico Nacional titulado *El Cambio Climático en Cuba: Impactos, Mitigación y Adaptación*; que responde a las líneas prioritarias establecidas para el desarrollo del país en los próximos años, con un elevado nivel de integración.

Los elementos aportados anteriormente ratifican la alta prioridad, la sensibilidad y el compromiso que han caracterizado al Estado cubano al abordar la problemática del cambio climático, donde la voluntad política para enfrentarlo en todas sus aristas es manifiesta y está salvaguardada bajo cualquier circunstancia. La Segunda Comunicación Nacional de Cuba a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático es una muestra fehaciente de ello.

CAPÍTULO 1

CAPÍTULO 1. CIRCUNSTANCIAS NACIONALES

1.1 Introducción

La protección del medio ambiente y el uso sostenible de sus recursos naturales ha constituido siempre una prioridad para el Estado cubano. El proceso revolucionario cubano se caracteriza esencialmente por su carácter humanista, con un objetivo principal en la constante elevación del nivel y la calidad de vida de la población; busca crecer económicamente, preservando el medio ambiente y en un marco de equidad social.

La creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), en 1994, constituyó un momento importante en el fortalecimiento de la política y la gestión ambiental nacional. El CITMA, en su condición de Organismo de la Administración Central del Estado (OACE) rector de la política ambiental, es el encargado de desarrollar estrategias acordes con las líneas generales ya mencionadas y concertar las acciones encaminadas a mantener y superar los logros ambientales alcanzados por el Estado cubano; contribuir a minimizar o eliminar las insuficiencias aún existentes; mantener el mejoramiento constante de la calidad de vida de su población; además de asegurar que la dimensión ambiental sea efectivamente considerada en las políticas, programas y planes de desarrollo del país, a todos los niveles.

Bajo la conducción del CITMA, en 1997 se aprobó la “Ley del Medio Ambiente”, todavía vigente y que ubica al hombre en el centro de la atención de los problemas del medio ambiente y el desarrollo.

Los elementos claves de la política y la gestión ambiental del país, válidos para un período dado, se estructuran en la Estrategia Ambiental Nacional (EAN) para ese período. En ella se definen los principales problemas ambientales y las acciones para enfrentarlos. La EAN diseñada para el período 2011-2015 (CITMA, 2010), hoy vigente, es el documento de la política ambiental cubana donde se establecen los principios que sustentan el quehacer ambiental del país para esos años, se caracterizan los principales problemas ambientales de hoy y se proponen las vías e instrumentos para su prevención, solución o minimización.

En la EAN antes referida, los impactos del cambio climático tienen un tratamiento diferenciado, al ser reconocido este fenómeno entre los cinco principales problemas ambientales en Cuba, dada la elevada vulnerabilidad del país a sus efectos adversos, en particular por su condición de archipiélago. Las limitaciones actuales, económicas y financieras, constituyen un elemento de vulnerabilidad adicional, que restringen la ejecución de importantes acciones, en especial para la adaptación al cambio climático.

Siguiendo los principios y lineamientos de la actual EAN, la casi totalidad de los sectores nacionales elaboran sus propias Estrategias Ambientales. De forma similar, las 15 provincias y el Municipio Especial Isla de la Juventud cuentan con sus Estrategias Ambientales Territoriales (EAT). La coordinación de las acciones previstas en todos estos marcos estratégicos asegura, en gran medida, la real

ejecución de las acciones para la solución de los problemas ambientales identificados.

Otra expresión clara de la particular preocupación y atención del Estado cubano al problema del cambio climático son los acuerdos del Consejo de Ministros del año 2009, por los cuales se puso en vigor, y está hoy en plena ejecución, el “Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático de la Sociedad Cubana”. En esencia, este Programa identifica las acciones que los principales sectores nacionales deberán acometer, tanto en el campo de la mitigación como, y principalmente, en la adaptación a sus impactos.

Este capítulo ofrece una caracterización general del archipiélago cubano, destacando su estructura y condiciones económicas actuales, el estado del medio ambiente nacional y la situación de sus principales recursos naturales. Con todo ello señala la vulnerabilidad real del país a los efectos adversos del cambio climático, y al propio tiempo, sus capacidades y limitaciones para lograr una adaptación a los impactos asociados.

1.2 Caracterización geográfica del archipiélago cubano

Cuba se encuentra en el llamado Mediterráneo Americano, entre los 19° 49' 36" y 23° 17' 09" de latitud N, y los 74° 07' 52" y 84° 54' 57" de longitud W (Grupo Nacional de Cambio Climático, 2001), entre el Golfo de México, el estrecho de La Florida, los canales de San Nicolás y Viejo de Bahamas al norte; el Mar Caribe occidental y el estrecho de Colón al sur; y el Canal de Yucatán y el Paso de Los Vientos, al oeste y al este, respectivamente (Figura 1.1).



Figura 1.1 Entorno regional del archipiélago cubano.

El archipiélago cubano está formado por la isla de Cuba, la Isla de la Juventud y más de 1 600 islas, islotes y cayos, que en su conjunto alcanzan una extensión superficial de 110 922 km². A la isla de Cuba le corresponde un área aproximada de

105 007 km²; a la Isla de la Juventud, 2 200 km²; y la superficie de los restantes cayos e islotes es de 3 715 km², mientras que la plataforma insular se extiende por unos 67 832 km². La costa norte tiene una longitud de 3 209 km, y la sur de 2 537 km, para un total de aproximadamente 5 746 km de costa (Furrazola y Núñez, eds., 1997).

Cuba es una isla larga y estrecha que mide 1 250 km desde el Cabo de San Antonio, en el extremo occidental, a la Punta de Maisí, en el oriental. En su parte más ancha alcanza 191 km y en la más estrecha 31 km. Esta configuración, junto con la orientación de este a oeste, no permite la existencia de ríos largos y caudalosos. Por esta causa, los recursos hídricos superficiales y subterráneos son limitados, los ríos presentan cuencas pequeñas, cursos cortos de poco caudal y con una evacuación rápida de las avenidas al mar. Las cuencas subterráneas están vinculadas al fuerte desarrollo cársico, y se destinan a satisfacer las principales demandas de agua, de la producción y la población.

Desde el punto de vista político-administrativo, el país se divide en 15 provincias y 168 municipios, incluyendo al Municipio Especial de la Isla de la Juventud; desde el punto de vista geoeconómico se reconocen tres regiones: Occidental, Central y Oriental. En la plataforma poco profunda se identifican cuatro zonas: plataforma noroccidental, plataforma nororiental, plataforma suroriental y plataforma suroccidental, las cuales se distinguen por su profundidad.

El país cuenta con tres zonas fundamentales de pesca: el litoral estuarino, con un área de 8 500 km²; los seibadales y arrecifes coralinos, de 45 000 km²; y las aguas oceánicas, que es el área más extensa.

Cuba tiene un relieve variado, con cuatro sistemas montañosos que ocupan 19 594 km², equivalentes al 18% del área total del país: la cordillera de Guaniguanico, en el occidente; la Cordillera de Guamuhaya en el centro; el macizo Nipe-Sagua-Baracoa; y la Sierra Maestra, ambos en el oriente del país. En este último sistema se localiza la mayor altura del territorio nacional, el Pico Real del Turquino, con 1 974 m sobre el nivel medio del mar. Las llanuras representan el 82% de la superficie total y tienen orígenes diversos. Se destacan las típicas llanuras costeras y las fluviales, con procesos de origen cársico, biogénico y la acción del intemperismo; las zonas más bajas corresponden a ciénagas y ciénagas costeras.

Existe diversidad de suelos, los que por su génesis se clasifican en 10 grupos. Entre los más difundidos se encuentran los ferralíticos, los pardos, los aluviales, los fersialíticos y los húmicos, donde se desarrollan las actividades agropecuarias y forestales, según las potencialidades locales.

1.3 Condiciones climáticas generales

Las condiciones climáticas del archipiélago cubano están determinadas por su posición geográfica, en una latitud muy próxima al Trópico de Cáncer, en el hemisferio norte. Recibe altos niveles de radiación solar durante todo el año, lo cual condiciona el carácter cálido de su clima; a su vez, la cercanía al trópico presupone la influencia estacional de organismos tanto de la circulación atmosférica tropical como de la extratropical.

En los meses de mayo a octubre, el estado del tiempo está determinado por la posición e intensidad del anticiclón del Atlántico Norte, también llamado de Azores – Bermudas; las condiciones meteorológicas varían relativamente poco, y sólo el paso de disturbios tropicales (ondas barométricas del este, ciclones tropicales) interrumpe esta influencia, con un incremento en la actividad de lluvias.

En cambio, el tiempo se presenta mucho más variable de noviembre a abril, según los procesos y fenómenos de la circulación extratropical que predominan. Un cambio apreciable en las condiciones meteorológicas se produce tras el paso de los frentes fríos, volviéndose en general más frescas y secas, que se van tornando paulatinamente más cálidas hasta la llegada del próximo frente frío, por lo que aún en esta época del año se reportan días cálidos con cierta frecuencia. Estos fenómenos afectan mayormente la porción occidental del país. También es interesante la presencia de sistemas de bajas presiones extratropicales al norte de Cuba, que preceden la entrada de los frentes fríos y provocan vientos del sur fuertes secos y calientes, muy molestos y dañinos para los cultivos, llamados Sures.

Las condiciones físico-geográficas imponen una diferenciación adicional en el clima de Cuba. A pesar de su relieve mayormente llano u ondulado, la ubicación y altura de los principales sistemas montañosos, junto con las características locales de la circulación atmosférica, provocan que el clima tropical con estación lluviosa en el verano (Aw, según la clasificación de Köppen, modificada) predominante en el país (Figura 1.2) transite hacia otros tipos y subtipos en determinadas áreas. Ellos son:

- Clima tropical húmedo de selva, lluvioso durante todo el año (Af), principalmente en la vertiente de barlovento de las montañas del Grupo Nipe-Sagua-Baracoa, al nordeste de la región oriental; los totales de precipitación anuales sobrepasan los 3 000 mm, con los mayores acumulados en los meses de noviembre a abril, contrario al resto del país.
- Clima seco de estepa (BS), con condiciones de aridez y poca lluvia; la precipitación total anual no supera los 600 mm; se manifiesta fundamentalmente en la franja costera sur de las provincias de Santiago de Cuba y Guantánamo.
- Climas C, propios de latitudes medias, a mayor altitud, con temporada lluviosa de mayo a octubre; se distinguen dos variantes: una con verano cálido (Cwa) en el grupo de Guamuhaya y las montañas orientales, y otra con verano fresco (Cwb) en las cimas más altas de la Sierra Maestra y del Grupo Nipe-Sagua-Baracoa.

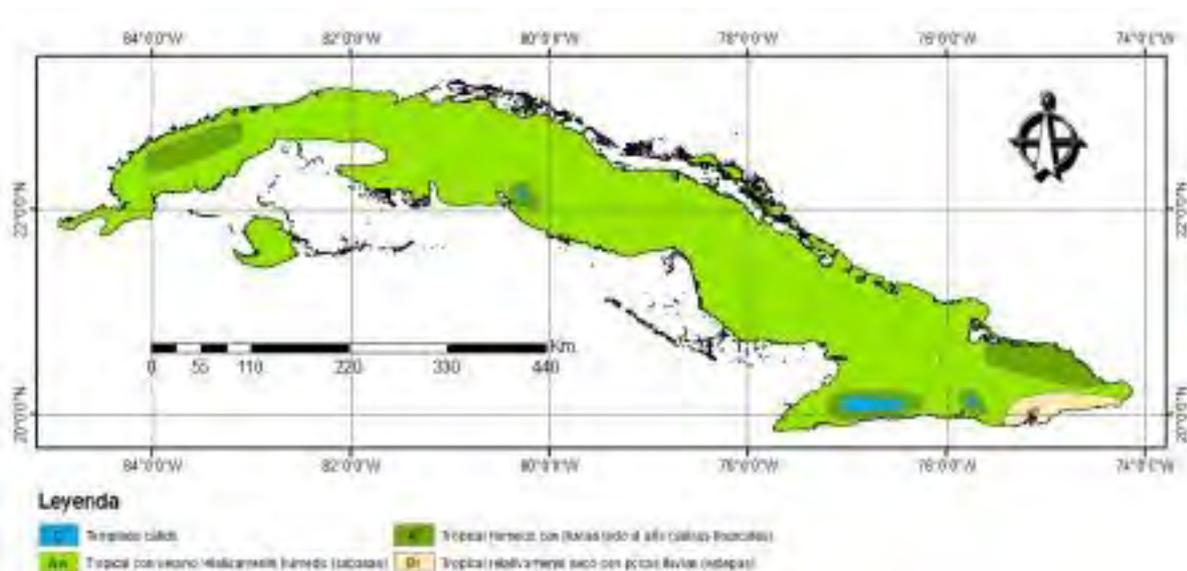


Figura 1.2 Tipos de clima en Cuba, clasificación climática de Köppen (modificada).

Otros factores geográficos, como las corrientes marinas y la distancia al mar, tienen un papel importante en la determinación de las condiciones climáticas del país. La corriente cálida del Golfo (Gulf Stream), que circula por los mares adyacentes a Cuba, garantiza una alta temperatura superficial del mar, y favorece el régimen de lluvias en una latitud donde predominan los grandes desiertos. Por otra parte, la configuración alargada y estrecha de Cuba asegura que ningún punto del territorio nacional se encuentre muy lejos del mar, lo que suaviza apreciablemente la marcha de las principales variables climáticas. En conclusión, se acepta que el clima de Cuba es tropical estacionalmente húmedo, con rasgos de semicontinentalidad e influencia marítima.

La temperatura media anual varía desde 24°C en las llanuras hasta 26°C y más, en las costas orientales, con magnitudes inferiores a 20°C en las partes más altas de la Sierra Maestra. A pesar de su condición tropical, dentro del año se presenta cierta estacionalidad en el régimen térmico, con dos temporadas conocidas como: *verano (estación lluviosa)*, de mayo a octubre, donde julio y agosto son los meses más calurosos; e *invierno (estación poco lluviosa)*, de noviembre a abril, con enero y febrero como meses más fríos. Los extremos absolutos de las temperaturas máximas y mínimas se registraron en Jucarito, provincia de Granma (38,8°C, 17 de abril de 1999) y en Bainoa, provincia de Mayabeque (0,6°C, 18 de febrero de 1996), respectivamente. Como es usual en la zona tropical, la oscilación térmica diaria es mayor que la anual.

Los volúmenes pluviales más notables se asocian a ciclones tropicales, frentes fríos, tormentas locales y ondas tropicales; el récord es de 867 mm en 24 horas (1ro de junio de 1988, sur de Cienfuegos). A pesar de que la lámina media de lluvia es de 1 335 mm para toda Cuba, de forma recurrente se presentan eventos de sequía cuya duración puede extenderse incluso por varios años.

En el clima de Cuba, los ciclones tropicales y las tormentas locales severas (tornados, granizadas, trombas marinas y vientos lineales superiores a 90 km/h) son los fenómenos meteorológicos a los que se asocia el mayor peligro de desastre, y

son responsables de algunos de los extremos climáticos observados. La temporada ciclónica va del 1ro de junio al 30 de noviembre, en la que el bimestre septiembre-octubre es el de mayor afectación y octubre el mes más peligroso, al haberse reportado la mayor parte de los huracanes intensos. La frecuencia de organismos ciclónicos tropicales varía desde ningún organismo hasta cuatro anualmente; como promedio afecta un ciclón tropical en el año, y un huracán cada dos. El azote de estos eventos es más frecuente hacia la región occidental del país. Por otra parte, las tormentas locales severas ocurren durante todo el año, con marcado predominio de marzo a octubre y en horas de la tarde.

1.4 Principales peligros de origen natural, riesgos y desastres

Los eventos severos en localidades y épocas atípicas se percibían hasta ahora como parte de la variabilidad climática. Sin embargo, las proyecciones del clima futuro indican que estos mismos fenómenos pueden incrementarse en intensidad y frecuencia, debido al aumento de las concentraciones de GEI y los cambios en los procesos naturales a ellas asociados.

Cuba, a pesar de ser un pequeño estado con limitados recursos financieros, ha incorporado la reducción de riesgos de desastres a sus estructuras de gobierno a través de un sistema de Defensa Civil, con una dirección de alcance nacional y suprainstitucional y una estructura acorde con la división político-administrativa del país. Este sistema es el encargado de atender el universo de asuntos territoriales en materia de estrategias de respuesta, con planes de contingencia y de protección, tanto de la población como de los bienes económicos, sociales y ambientales. Los estudios de riesgo de desastre al nivel de país comenzaron en el 2005, con la promulgación de la Directiva No. 1 del Consejo de Defensa Nacional para la Planificación, Organización y Preparación del País para las Situaciones de Desastres. Los principales problemas detectados para Cuba son:

- Eventos hidrometeorológicos extremos
- Sequía intensas.
- Incendios en áreas rurales.
- Sismos y maremotos.

Inundaciones costeras por penetración del mar

Los ecosistemas costeros son extremadamente sensibles: en ellos, los factores morfológicos y la altura sobre el nivel del mar son claves para conocer el efecto de ciertos eventos hidrometeorológicos, en particular la surgencia por organismos ciclónicos tropicales y la penetración del mar por oleaje y vientos llamados Sures. Ellos provocan la sobre elevación del nivel del mar, con la consiguiente afectación a los asentamientos humanos y cultivos situados en las zonas más bajas.

En el caso de la *surgencia*, la fuerza de la ola funciona como una pared de agua salobre que se precipita de forma súbita sobre los elementos en exposición, que supera la fuerza generada por el viento acompañante y es capaz de ejercer presiones devastadoras, pudiendo destruir todo a su paso. Estos eventos tienen su

mayor impacto en los primeros 1 000 m tierra adentro desde la línea de costa, allí donde la altura del relieve no supera 1 m sobre el nivel medio del mar.

Los daños más significativos se deben al impacto directo sobre la morfología de la costa y las estructuras físicas creadas por el hombre, mientras los impactos indirectos incluyen erosión de las costas, afectación a las barreras coralinas y las inundaciones; también se afecta la infraestructura técnica cercana al borde costero, lo cual crea situaciones de incomunicación temporal o definitiva que repercuten en el funcionamiento de toda la actividad vital en el territorio impactado. Según Moreno et. al. (1998), las surgencias más significativas del país se observan en el tramo comprendido entre Estero de los Caimanes (Sur del municipio de Consolación del Sur, en la provincia de Pinar del Río) hasta Punta Gorda, en la Península de Zapata, Matanzas.

Según Mitrani, et. al. (2000), las inundaciones por *oleaje* dependen de factores como la velocidad y permanencia del viento, su alcance espacial (fetch) y la configuración geográfica de la costa, atendiendo a la orientación, profundidad, pendiente del fondo y dimensiones de la plataforma. Para los vientos de dirección Norte, el tramo más afectado es el que va desde Cabo de San Antonio hasta la península de Hicacos; en particular, el de mayor exposición es el litoral de la ciudad de La Habana. Para los vientos de dirección Sur, la zona más expuesta es la costa sur de las provincias occidentales.

Otra causa de inundación costera es el *ascenso del nivel medio del mar*, motivado por el cambio climático; según los escenarios actuales, podría llegar a 27 cm para el año 2050 y hasta 85 cm para el año 2100.

Inundaciones por lluvias y ruptura de embalses

Las inundaciones son uno de los fenómenos más expandidos, de ocurrencia anual y en todas las latitudes. Estas acumulaciones de agua pueden suceder de dos formas, anegación, cuando se produce en un lugar determinado, sin formar corrientes; y riada, si es un caudal circulante, con fuertes corrientes, por desbordamiento de un río.

Las inundaciones pueden provocar pérdidas de vidas humanas y daños en la agricultura, ganadería, suelos (erosión y saturación), en la vivienda y otras edificaciones, deslizamientos, destrucción de las vías comunicación y del sistema de alcantarillado de los asentamientos, la contaminación de las aguas y con ello el deterioro de las condiciones higiénico-sanitarias, lo que podría derivar en epidemias, al mismo tiempo que interrumpen el funcionamiento normal de la sociedad.

Los embalses son un elemento regulador muy importante en toda cuenca y ejercen una función destacada en el control de avenidas, además de propiciar el agua para el abasto a la población, la industria, la producción de energía eléctrica, y el riego. Aunque internacionalmente es un evento poco frecuente y en el caso de Cuba no ha ocurrido, las presas están sujetas a fallas que pueden provocar grandes catástrofes, lo cual obliga a identificar las posibles áreas de inundación aguas abajo. La expresión sintética de la distribución de las inundaciones en el territorio nacional y en las provincias se aprecia en el mapa de la Figura 1.3, el cual muestra el grado del peligro ante este evento.



Fuente: Rodríguez et. al. (2008).

Figura 1.3 Mapa de peligro de inundaciones por intensas lluvias y ruptura de embalses por municipios.

En el país hay un total de 1 512 asentamientos susceptibles a la afectación por inundaciones causadas por lluvia, donde habitan un total de 2 145 818 habitantes. Por ruptura de embalses se afectarían 673 asentamientos, con una población expuesta de 885 957 habitantes. De las 706 354 viviendas propensas a afectarse, las 174 602 en mal estado serían las más impactadas.

Sequías

La sequía es un fenómeno natural, de inicio lento, posiblemente el más estático y silencioso de los eventos extremos. Ocasiona las mayores pérdidas de producción en las regiones sin riego y, en muchas ocasiones, también en las que cuentan con él. Tiene asociada la escasez de agua potable para el consumo humano y animal y en la agricultura, que limita la capacidad de desarrollo económico y social, en particular si se combinan la dinámica de los factores naturales y la intervención humana.

La sequía, en su carácter multidireccional, también desempeña un papel determinante en el ciclo hidrológico y en particular, sobre los recursos hídricos superficiales y subterráneos, sus reservas y las características de su manejo y explotación. Ello obliga a tomar soluciones emergentes en las áreas afectadas, relacionadas con el abasto de agua, el riego y la generación de energía.

Los antecedentes de referencias a la sequía en Cuba se ubican a principios del siglo XIX, cuando la expansión agropecuaria se abrió paso con una acelerada tala de los bosques. A pesar de los esfuerzos realizados en el país por la reforestación, los cambios en la circulación atmosférica regional observados han conducido a procesos de sequía más severos y largos, con su consecuente afectación a los suelos y a la agricultura. El mapa de la Figura 1.4 muestra el grado de peligro ante los eventos de sequía agrícola al nivel municipal.



Fuente: Rodríguez et. al. (2008).

Figura 1.4. Grados de peligro ante los eventos de sequía agrícola por municipios.

Sismos

Se producen fundamentalmente por el movimiento o ruptura de una parte de la corteza terrestre, por efecto del desplazamiento de dos bloques separados por una falla. El archipiélago cubano pertenece a la faja que en América Central se une a la gran zona sísmica del Océano Pacífico. Cuba, por su ubicación geográfica y sus características geólogo-tectónicas, está expuesta a actividad sísmica en mayor o menor grado.

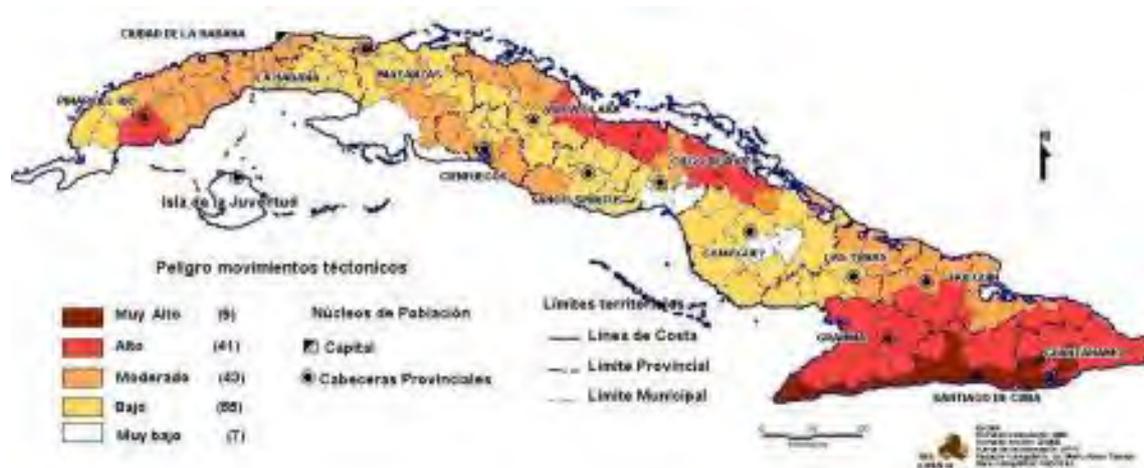
La zona de mayor peligro sísmico del país es capaz de originar fenómenos con magnitudes máximas entre 7.6 – 8 grados en la escala de Richter, con efectos de más de 8 grados de intensidad en la escala MSK; se caracterizan por ser movimientos sísmicos del tipo *entre placas*. En estos intervalos de peligro se encuentra la región sudoriental, por su proximidad a la principal zona sismogeneradora del área del Caribe, conocida como Bartlett-Caimán y que se ubica al sur de las provincias de Granma, Santiago de Cuba y Guantánamo. Es en esta área donde se han producido sismos de gran intensidad, que han ocasionado importantes daños materiales y la pérdida de vidas humanas, y donde se localizan grandes ciudades como Santiago de Cuba y Guantánamo, con poblaciones de más de 700 000 y 300 000 habitantes respectivamente, según el Censo del 2012 (ONEI, 2014b).

Otro tipo de movimiento sísmico es el conocido por *ínter placa*, que caracteriza al resto de los reportes de movimientos tectónicos en los municipios del país. La frecuencia de ocurrencia de eventos con magnitudes máximas es baja, inferiores a las vinculadas a sismos del tipo *entre placas*.

Una revisión a las intensidades de los sismos en la clasificación MSK para períodos de recurrencia de 100 años, sobre la base de los datos sismológicos reportados en el Nuevo Atlas Nacional de Cuba (Instituto de Geografía, 1989), permite conocer que en la región occidental las intensidades máximas esperadas son menores que 5; en la región central llegan hasta 7; y en la región oriental hasta 8, donde la mayor

aparición es en municipios de Santiago de Cuba y Guantánamo, pudiendo incluso alcanzar magnitud de 9 cuando el periodo de recurrencia o retorno es de 1 000 años. Al oeste de la provincia de Las Tunas también se reportan valores, pero más bajos.

El resumen de la estimación del peligro, por municipios, se muestra en la Figura 1.5. Allí se observa la ubicación de los nueve municipios clasificados de muy alto peligro, los cuales se localizan en su totalidad en la región suroriental del país. Ellos son: Pílon y Niquero en la provincia de Granma; Santiago de Cuba, Palma Soriano, Tercer Frente y Guamá en la provincia de Santiago; y Manuel Tames, Caimanera y Niceto Pérez, en Guantánamo. Al peligro alto corresponden 41 municipios, predominantemente en la misma región oriental y rodeando espacialmente a los anteriores.



Fuente; Rodríguez et. al. 2008.

Figura 1.5 Estimación del grado de peligro por movimientos tectónicos por municipios.

Vientos

Los ciclones tropicales afectan en general a todo el país; sin embargo, la mayor probabilidad de cruce o aproximación al territorio nacional se presenta en la región occidental de Cuba, como muestra la Figura 1.6. Estos fenómenos naturales ocasionan un riesgo alto para el sector de la vivienda debido a la fuerza de sus vientos, y sus impactos dependen de las características de los elementos en exposición y su capacidad de resistir esas velocidades, así como del tiempo de exposición.



Fuente: Moreno et. al., (2007)

Figura 1.6 Mapa de la probabilidad (%) de afectación por al menos un huracán al año a Cuba (1799-2005).

Tomando como referencia al huracán Dennis, de julio de 2005, con categoría 4 y que llegó a alcanzar la categoría 5 en la escala de Saffir Simpson (vientos de más de 251 Km/hora), y que recorrió más de 600 km del territorio cubano durante unas 40 horas, se afectaron directamente 11 provincias, donde residen 8 millones de personas. Ello significa un 83% del total de ellas expuestas a los peligros por estos fenómenos, por lo cual este evento puede clasificarse como particularmente devastador. En el propio año 2005, la provincia de La Habana sufrió los efectos de los vientos asociados a los ciclones tropicales Dennis, Katrina, Rita y Wilma, así como se vio sometida a la presencia de fuertes vientos sures en la temporada poco lluviosa del año.

Otros vientos, asociados a tormentas con lluvias intensas, tornados, o los denominados Sures, pueden producir afectaciones de carácter local y repercuten igualmente en el riesgo de esos territorios, en dependencia de los mismos factores mencionados antes (exposición, tiempo de afectación, entre otros).

Incendios forestales

La época de mayor peligro para el surgimiento de incendios en áreas rurales está comprendida entre los meses de febrero y mayo, fundamentalmente por la existencia de bajos niveles de humedad en la atmósfera y los suelos, coincidiendo con el final del período poco lluvioso y también por la aparición de fuertes vientos que favorecen su propagación. No obstante, en los últimos años han ocurrido incendios en meses posteriores, asociados a la intensificación de procesos de sequía y al bajo cumplimiento de las actividades de prevención para la reducción de estos desastres, lo cual ha propiciado la aparición de incendios de grandes proporciones.

Por territorios, los principales eventos han sido reportados en Pinar del Río e Isla de la Juventud (en áreas de plantaciones forestales de coníferas), Sancti Spíritus, Cienfuegos, Ciego de Ávila, Camagüey, Las Tunas (fundamentalmente en bosques pastizales), Santiago de Cuba y Guantánamo (en zonas boscosas de montaña), con afectaciones en casi la totalidad de sus municipios.

Ha podido identificarse que la mayor parte de estos eventos son provocados por la irresponsabilidad ciudadana o por negligencia. Le siguen en importancia los

generados por causas desconocidas; y en tercer lugar los de origen natural, producto del comienzo de un incendio a partir de una descarga eléctrica, exceso de calor en los sustratos herbáceos que favorecen el inicio del fuego y otros, en lugares donde se acumulan grandes volúmenes de materiales combustibles y que pueden ser ayudados por las características del viento.

Deslizamientos de tierra

Son el resultado de la acción combinada de varios factores: pendientes muy inclinadas, exceso de precipitación, estructuras geológicas falladas o muy saturadas de agua, al igual que suelos sobresaturados, cuya incidencia viene reflejada por desprendimiento de suelo y roca, que arrasa, sepulta o daña parcial o totalmente los diferentes elementos en riesgo, interpuestos en su paso. También pueden verse favorecidos por la inadecuada intervención humana al construir carreteras, sistemas de drenaje, captación de agua insuficiente o localización de instalaciones o viviendas donde el riesgo es muy alto, o cuando se debilita la estructura geológica o se interpone al paso de las aguas, generándose condiciones propicias para el desarrollo del evento. Puede considerarse que este peligro es poco significativo en Cuba; en buena medida se localiza en zonas montañosas, en particular en la proximidad de caminos que no cuentan con la totalidad de obras de fábrica requeridas.

Retroceso de la línea de costa

Los estudios existentes en el país se han enfocado al retroceso de las costas por erosión de las dunas arenosas (en el caso de las playas), el estrés salino, la muerte del mangle, la erosión de sedimentos por hundimiento de costa, y los movimientos neotectónicos de descenso en zonas bajas. En la costa norte del municipio de Minas de Matahambre, Pinar del Río, se reporta que en los últimos años la línea de costa ha retrocedido a un ritmo de 10 m/año.

En la costa sur de las provincias de Artemisa y Mayabeque, se han realizado observaciones sobre el retroceso de la línea de su costa baja, con localidades donde se registra una entrada del mar a un ritmo de 3 m/año, comprobado a través de fotos aéreas y la visualización de la pérdida de instalaciones, con dunas arenosas que originalmente se apreciaban 50 años atrás en estos territorios.

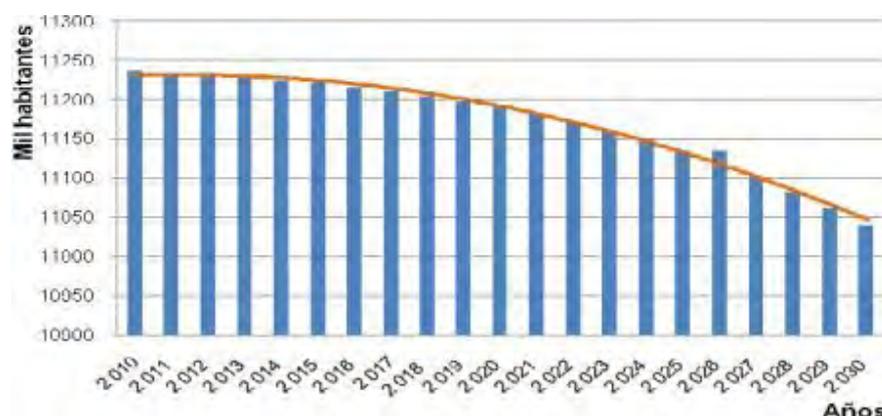
Este evento constituye un peligro para las zonas costeras bajas, acumulativas, arenosas o terrígenas, con manglar que por diversas causas puede haberse visto afectado, con lo que paulatinamente ha dejado de ejercer su función reguladora del ecosistema, de tránsito entre las zonas de tierra firme y el medio marino. Es un proceso importante que se ha referenciado en algunas localidades y que en lo sucesivo habrá que seguir, en particular en vínculo directo con los estudios que se desarrollen en el ámbito del ascenso del nivel mar por el cambio climático.

1.5 Población, salud y educación

En diciembre 2013, la población cubana había llegado a 11,2 millones de habitantes, con un equilibrio entre los sexos (unos 994 hombres por cada 1 000 mujeres); casi el 76,8 % del total de habitantes del país vivían en zonas urbanas (ONEI, 2014e).

La tasa global de fecundidad, que se ha mantenido oscilando hasta hacerse francamente decreciente desde 2002, cuando fue de 1,67; ha mostrado una ligera recuperación en los últimos años y al cierre de 2013 ya era de 1.71, aunque siempre en valores por debajo del nivel de reemplazo. Este proceso estuvo acompañado de la reducción de la mortalidad general, que ha tenido un ligero incremento desde 2012, con una tasa de alrededor de 8,2 por mil habitantes en 2013; y la infantil, a 4,2 por mil nacidos vivos, con el consiguiente incremento en la esperanza de vida, que llega a 77,97 años. De esta situación ha comenzado a ser preocupante la reducción de la población de 0 - 14; el estancamiento de la población entre 15 y 59 años; y el crecimiento de la población mayor de 60 años, que en 2013 llegó a ser el 18,7 % del total de la población. Ello ubica a Cuba entre los países más envejecidos de América Latina y el Caribe, y dentro de dos o tres décadas pasará a ocupar el primer lugar.

A partir de esta proyección (Figura 1.7) se puede estimar que para 2030 habrá alrededor de 1,2 millones de personas mayores de 60 años más que en 2007, mientras que la población entre 15 y 59 años se habrá contraído en algo más de 1,16 millones de personas en ese mismo intervalo. Ello constituye un reto para la sociedad cubana y su desarrollo, y demanda atención priorizada, así como la elaboración de políticas y programas, algunos de los cuales ya han comenzado a implementarse.



Fuente: ONEI (2014e): *Panorama Económico y Social. Cuba 2013*.

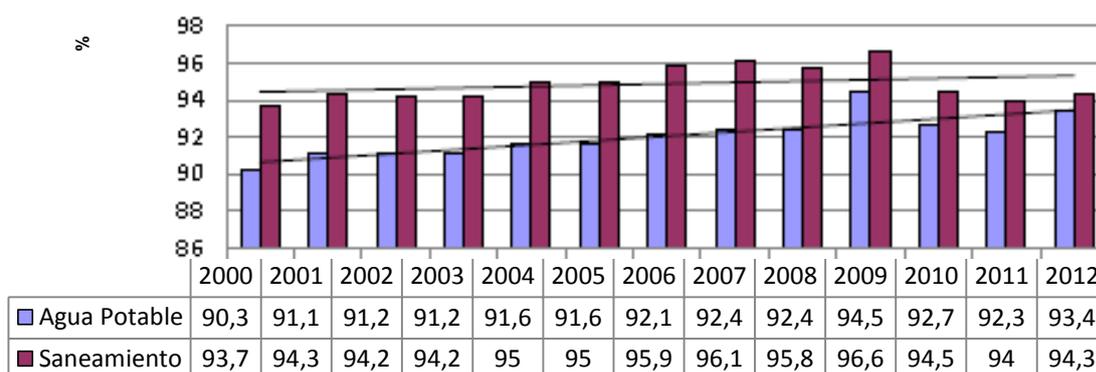
Figura 1.7 Proyección de población cubana. Período 2010- 2030.

El sistema de asentamientos humanos (SAH) en Cuba está conformado por un total de 7 014 asentamientos (ONEI, 2014e), de los cuales 6 417 son rurales y 597 urbanos. Al cierre del año 2012 residían en ellos 10,6 millones de personas de forma concentrada, mientras que otras 569,9 miles lo hacían de manera dispersa. En el sistema resulta distintiva la cobertura de los niveles básicos y especializados de servicios, educación, cultura y salud, entre otros, que contribuyen a elevar la calidad de vida de sus habitantes.

La ciudad más importante es La Habana, capital del país, con casi 2,1 millones de habitantes, lo que representa el 18,8% de la población total, distribuida en unos 300 km² de suelo urbanizado, y con un frente de costa de 30 km de longitud. En el país hay 15 ciudades principales con funciones de capitales provinciales; además, hay

otras 28 ciudades intermedias con población entre los 22,8 y 98,9 mil habitantes, que concentran 2,5 y 1,2 millones de habitantes respectivamente, el 22,2 y 10,5% de la población total. En otros 111 asentamientos, cabeceras municipales, habitan más de 1,4 millones de personas, distribuidas en el territorio con diferentes niveles de densidad. Para todos estos asentamientos con funciones político-administrativas, el planeamiento ha procurado que la población pueda acceder a los servicios básicos de nivel medio de salud, educación y cultura en un radio entre 10 y 15 km como distancias promedio. Las trece mayores ciudades cuentan con un fondo total de 1 545,8 mil viviendas (ONEI, 2014e), de ellas aproximadamente el 50% con un estado constructivo desfavorable, lo cual incrementa la vulnerabilidad de sus habitantes ante eventos meteorológicos severos, por lo que mejorar el estado del fondo constituye prioridad nacional.

Sistemas de acueductos sirven a la población concentrada, tanto en asentamientos rurales como urbanos de diversas categorías, mediante una red estimada de 22 792 km de conductoras, que brindan cobertura al 93,4 % de la población residente (ONEI, 2013) con agua potable y tratada; aunque el servicio presenta algunas irregularidades. El servicio de saneamiento en las redes hidrosanitarias llega al 94,3% de la población urbana y al 88,5% de la rural al cierre de 2012. (Figura 1.8).



Fuente: ONEI (2013): Anuario Estadístico de Cuba 2012.

Figura 1.8 Cobertura de agua potable y saneamiento de la población cubana. (2000-2012).

La cobertura de alcantarillado en las ciudades sirve a más del 50% de la población residente. Cada año, las ciudades del país generan alrededor del 80 % de las aguas residuales urbano-industriales, es decir más de 60 millones de m³. El 75% de la población tiene acceso al servicio de recogida y tratamiento de residuos sólidos urbanos.

A pesar de la extensión del drenaje pluvial, ante eventos meteorológicos extremos (grandes precipitaciones o huracanes, entre otros), la evacuación de las aguas puede verse limitada, con la consiguiente inundación súbita de áreas habitadas. Las de mayor peligro están localizadas en los asentamientos humanos ubicados junto a las márgenes de ríos, o que son atravesados por estos, ya sea en terrenos llanos con drenaje deficiente de sus suelos, o en zonas costeras bajas con relieve muy débil y donde están expuestas además a penetraciones del mar por diversas causas. En particular, esta situación se vigila aguas abajo de presas o embalses, donde la ruptura de la cortina propiciaría un golpe de agua, a través de un dispositivo de alerta temprana y planes de evacuación preventivos, que coordina la

Defensa Civil con todas las instituciones de los territorios, y que están contemplados en los planes de contingencia correspondientes.

El Instituto de Planificación Física (IPF) ha identificado 262 asentamientos costeros con más de 1,5 millones de habitantes en su totalidad (no incluye la ciudad de La Habana), donde radica aproximadamente el 13 % de la población total; de ellos, al menos 75 asentamientos corren peligro, catalogado de *muy alto* o *alto*, de sufrir penetraciones del mar por surgencia ciclónica, la mayoría en las provincias de Pinar del Río, La Habana y Granma. En general, los efectos más graves se producen en la costa sur de la isla, en la franja ubicada a menos de 1 m de altura sobre el nivel medio del mar y a menos de 1 000 m tierra adentro desde la línea de la costa, y donde la población afectable estimada es de 49 000 habitantes aproximadamente. En los asentamientos costeros se han establecido actividades industriales, de comercio, la pesca, la navegación, y el turismo, entre otras (Rodríguez, *et. al.*, 2008).

En general, en las partes centro-oriental y oriental del país, las ciudades, la población y las actividades económicas y sociales están sometidas al peligro por sequías intensas y prolongadas con mayor frecuencia, aunque esto no exceptúa su aparición en la región occidental. La sequía meteorológica, más común en el oriente de Cuba, se caracteriza por un mayor número de días secos en la temporada de lluvias y el desplazamiento en la fecha de inicio de la temporada lluviosa. Todo esto incide en la aparición de las sequías agrícola e hídrica, con impactos directos en el abasto de agua, las actividades agropecuarias y la vida de los asentamientos humanos y sus pobladores. A estos aspectos se les brinda atención especial, con la implementación de soluciones de carácter regional, local y de toda índole, a fin de garantizar el agua necesaria para sustentar las actividades cotidianas en estos territorios.

Las principales afectaciones a la calidad del aire en los asentamientos humanos se asocian a la ubicación histórica de industrias con emisiones no controladas de gases a la atmósfera. Dichas industrias están vinculadas a la producción de energía, cemento, extracción y procesamiento del níquel (en la región oriental del país), así como a la actividad petrolífera. La explotación se ha incrementado y todavía hoy es limitado el aprovechamiento de los gases en las plantas que generan electricidad a partir del petróleo, las cuales paulatinamente deberán hacer un uso más racional de ellos, pues actualmente se lanzan a la atmósfera.

A la estructura del SAH está asociado un conjunto de servicios sociales, entre los que se destacan los de salud y educación. El primero es un sector de máxima prioridad para el Estado cubano, responsable de la prestación de los servicios de salud. A pesar de las difíciles condiciones económicas por la que ha transitado la nación en los últimos 50 años, no se ha renunciado al carácter gratuito y universal de los mismos, y se dedican importantes recursos a la elevación del nivel de calidad de las prestaciones médicas y con ello, de la vida de la población. Así, muchos de los resultados alcanzados en los principales indicadores de salud sitúan a Cuba en una situación ventajosa en la prevención y cuidado de la salud de su población.

El sector de la educación comparte este nivel de prioridad, alcanzando altos niveles de acceso y calidad que confirman la validez de la política y las estrategias de

desarrollo aplicadas en el país. En ellas se integran consecuentemente una profunda voluntad política del Gobierno y una amplia y masiva participación de todos los sectores representativos de la sociedad.

1.6 Marco jurídico e institucional

Conforme a su Constitución, Cuba es un Estado Socialista organizado en forma de República, cuyo idioma oficial es el español y la ciudad de La Habana es su capital. El sistema económico se basa esencialmente en la propiedad social de todo el pueblo sobre los medios fundamentales de producción, aunque reconoce también las propiedades cooperativa, de los pequeños agricultores; de las organizaciones políticas, sociales y de masas; y la propiedad personal.

Los principios básicos asentados en la Constitución declaran a Cuba como un Estado de trabajadores, independiente y soberano, organizado con todos y para el bien de todos; como república unitaria y democrática, para el disfrute de la libertad política, la justicia social, el bienestar individual y colectivo, y la solidaridad humana. Sobre esta base, la Constitución expresa que el Estado, como poder del pueblo y en su servicio, garantiza que no haya hombre o mujer en condiciones de trabajar que no tenga oportunidad de obtener un empleo con el cual pueda contribuir a los fines de la sociedad, y a la satisfacción de sus propias necesidades; ni persona incapacitada para el trabajo que no tenga medios decorosos de subsistencia; enfermo que no tenga atención médica; niño que no tenga escuela, alimentación y vestido; joven que no tenga oportunidad de estudiar; o persona que no tenga acceso al estudio, la cultura y el deporte.

El Decreto Ley No. 1 de 24 de febrero de 1977, define los límites del mar territorial de Cuba. Son 12 (doce) millas náuticas, contadas a partir de las líneas de base. El Decreto Ley No. 2 de 24 de febrero de 1977 establece como Zona Económica de la República de Cuba la zona que se extiende hasta 200 (doscientas) millas náuticas, medidas a partir de las líneas de base. El Decreto Ley No. 158, "De la Zona Contigua", de 12 de abril de 1995 se refiere a la zona de 24 millas náuticas medidas a partir de las líneas de base. El Decreto Ley No. 266, "Del límite exterior de la Zona Económica Exclusiva de la República de Cuba en el Golfo de México", de 7 de mayo de 2009, establece el límite exterior de la Zona Económica Exclusiva de Cuba solo para el área del Golfo de México.

El Artículo 27 de la Constitución de la República postula que: "El Estado protege el medio ambiente y los recursos naturales del país, reconoce su estrecha vinculación con el desarrollo económico y social sostenible para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras. Corresponde a los órganos competentes aplicar esta política, y es deber de los ciudadanos contribuir a la protección del agua, la atmósfera, el suelo, la flora, la fauna y todo el rico potencial de la naturaleza"

El ordenamiento legal en materia de medio ambiente se ha venido fortaleciendo significativamente en los últimos años. El 11 de julio de 1997 se aprobó la Ley 81, Ley del Medio Ambiente, que aborda de modo general los temas ambientales, así como el manejo y uso sostenible de sus recursos naturales, constituyendo la norma jurídica rectora en esta materia para el país. Aunque la ley no aborda directamente

el enfrentamiento al cambio climático, establece líneas que se vinculan con la adaptación al mismo, a través de acciones dirigidas a la protección de los ecosistemas y recursos naturales. También marca pautas en el área de la mitigación mediante acciones por una mayor utilización de las fuentes renovables de energía.

A la promulgación de la Ley 81 de 1997 le siguieron en 1999 tres Decretos-Leyes: el 190 de la Seguridad Biológica, el 201 del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y el 200 de las Contravenciones e Infracciones Administrativas en materia de Medio Ambiente. En fecha más reciente se dictó el Decreto-Ley 212 sobre Gestión Ambiental de la Zona Costera. El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente también ha venido trabajando en las disposiciones reglamentarias que complementan este marco legal; tal es el caso de los reglamentos sobre Evaluación de Impacto Ambiental, Inspección Ambiental Estatal, Productos Químicos Tóxicos y Desechos Peligrosos, entre otros (Tabla 1.1).

Tabla 1.1 Normas jurídicas relevantes para el enfrentamiento al cambio climático en materia ambiental.

Norma jurídica	Rango normativo
L/81 Ley de Medio Ambiente	Ley
L/85 Ley Forestal	Ley
DL/138 De las Aguas Terrestres	Decreto-Ley
DL/164 Reglamento de Pesca	Decreto-Ley
DL/170 Sistema de Medidas de la Defensa Civil	Decreto-Ley
DL/201 Del Sistema Nacional de Áreas Protegidas	Decreto-Ley
DL/190 De la Seguridad Biológica	Decreto-Ley
DL/212 Gestión de la Zona Costera	Decreto-Ley
DL/136 Del Patrimonio Forestal y Fauna Silvestre y sus Contravenciones	Decreto-Ley
DL/200 Sistema de Contravenciones al Medio Ambiente	Decreto-Ley
D/179 Protección, Uso y Conservación de los Suelos	Decreto
Directiva No. 1/2010 del Presidente del Consejo de Defensa Nacional "Para la Reducción de Desastres".	Directiva

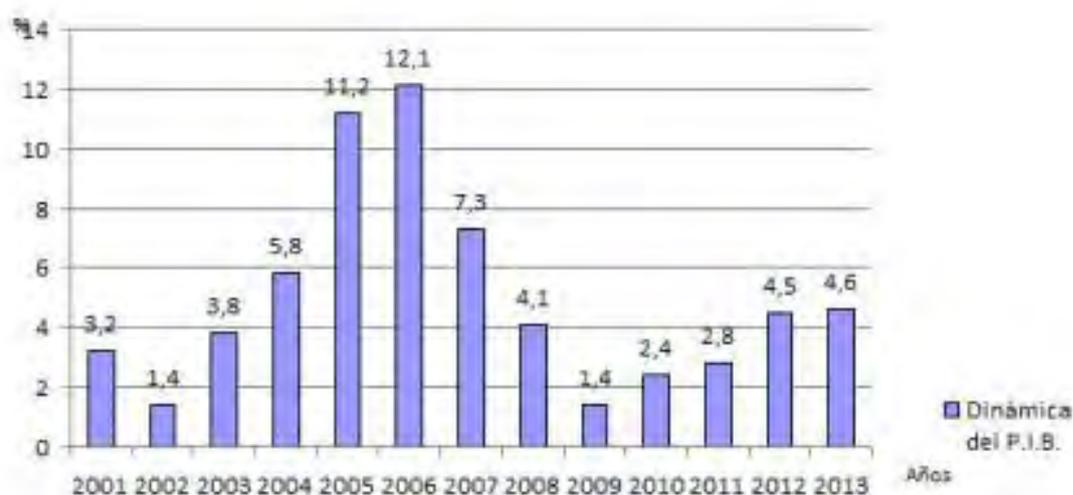
1.7 La economía cubana.

La conducción de la economía cubana en el período 2001 – 2013 ha tenido en cuenta las difíciles condiciones externas e internas en que se ha desenvuelto, especialmente la necesidad de sortear grandes tensiones financieras y preservar los objetivos esenciales que se ha propuesto la nación en el camino por alcanzar un desarrollo sostenible.

A partir del 11 de septiembre de 2001 se produce una importante reducción de los ingresos externos del país, junto con un empeoramiento progresivo de la economía mundial, lo que unido al acelerado deterioro del medio ambiente y al cambio climático asociado a él, han resultado en un impacto significativo en los precios internacionales del petróleo y los alimentos. Además, se mantiene la agresividad del gobierno de los Estados Unidos de Norteamérica, y particularmente se produjo un recrudecimiento de las acciones contra Cuba, con el consiguiente agravamiento del bloqueo económico, comercial y financiero. Se evidenció una mayor persecución de

las operaciones cubanas con empresas de cualquier parte del mundo, así como contra las transacciones financieras.

Al cierre del año 2013, la economía cubana alcanza un 4,6 % de crecimiento de su Producto Interno Bruto, abriéndose paso en medio de una profunda crisis económica mundial. Ese comportamiento global es resultado de la política económica desarrollada desde el año 2005, con evidentes resultados en la aplicación de un grupo de programas en la esfera energética; y la expansión del proceso inversionista en los programas estratégicos y el consumo; destacándose importantes decisiones tomadas en la organización de la agricultura, y en especial en la producción de alimentos; la recuperación del turismo; y el reordenamiento del transporte (Figura 1.9).



Fuente: ONEI (2014e): *Panorama Económico y Social. Cuba 2013*.

Figura 1.9 Variaciones del producto interno bruto. Precios constantes de 1997

En 2013, los gastos totales del presupuesto del Estado decrecieron en un 3 % respecto al año anterior. De estos gastos totales del presupuesto, el 14,9% se destinó a la Salud, el 11,1% a la Seguridad Social y el 17,4% a la Educación. El total de ingresos netos decreció un 4,8 %, para un saldo fiscal negativo de 4 514 MM de pesos, que representan el 4,8 % del PIB - a precios corrientes -, lo que obliga a intensificar la captación de ingresos y disminuir los gastos, para mantener el déficit dentro de límites aceptables. El "Informe de Desarrollo Humano 2014" del PNUD destaca que Cuba clasifica entre los países de desarrollo humano alto (DHA), con el lugar 44 a nivel mundial.

El Ministerio de Economía y Planificación, de conjunto con el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, han introducido los aspectos relativos a la protección del medio ambiente cubano y el uso racional de los recursos naturales en el Plan de la Economía Nacional, determinándose anualmente los recursos financieros que se destinan a la eliminación o mitigación de los principales problemas ambientales en los distintos sectores de la economía.

Desde el año 2000 se identifican y controlan, a través del plan, las inversiones medioambientales ubicadas en áreas de las principales cuencas hidrográficas del

país; así, en el plan de inversiones de la Economía Nacional (Tabla 1.2) se recogen los planes de los Organismos de la Administración Central del Estado (OACE), los Consejos de Administración Provinciales (CAP) y las empresas, en inversiones de recursos para la protección del medio ambiente.

Tabla 1.2 Gastos para la protección del medio ambiente (en millones de pesos).

Años	Inversión Total	Medio Ambiente	De ellos en Cuencas Hidrográficas de Interés Nacional	%	
				(b)/(a)	(c)/(b)
	(a)	(b)	(c)	(b)/(a)	(c)/(b)
1998	2 381,3	41,9	-	1,8	0,0
1999	2 544,6	102,4	-	4,0	0,0
2000	2 830,1	228,8	-	8,1	0,0
2001	2 736,7	250,7	13,7	9,2	5,5
2002	2 399,8	179,2	21,8	7,5	12,2
2003	2 469,4	233,0	36,1	9,4	15,5
2004	2 803,7	220,4	37,4	7,9	17,0
2005	3 227,1	215,8	23,8	6,7	11,0
2006	3 952,2	232,7	19,1	5,9	8,2
2007	4 684,8	278,3	24,9	5,9	8,9
2008	5 263,9	335,6	37,7	6,4	11,2
2009	4414,3	390,8	112,8	8,8	28,9
2010	4246,3	399,2	149,1	9,4	36,8
2011	4341,1	452,4	229,8	10,4	50,7
2012	4599,9	488,5	148,5	10,6	30,4
2013	5191,4	517,3	149,8	9,9	29,1

Fuente: ONEI (2014d): *Panorama Ambiental, Cuba 2013*.

Además, para aprobar las inversiones, en general, es requisito indispensable contar con el aval otorgado por el CITMA, que garantiza todo lo referente a la evaluación de los impactos ambientales y de las transferencias tecnológicas asociadas al objetivo inversionista que se pretende ejecutar.

También se aplican instrumentos de regulación económica que contribuyen a la conservación del medio ambiente, como son medidas arancelarias, impuestos y contribuciones; con el propósito de financiar total o parcialmente proyectos con ese fin. Aun cuando se mantiene una racionalidad en los gastos, en la planificación de mediano y largo plazo se incluyen proyectos de inversión que permiten reducir emisiones, aumentar la absorción de gases de efecto invernadero y disminuir niveles de contaminación, con la finalidad de reforzar los esfuerzos hacia el desarrollo sostenible del país.

La Ley No. 85, Ley Forestal, en su Capítulo III, artículo 12, creó el Fondo Nacional de Desarrollo Forestal (FONADEF), con el fin de fomentar el desarrollo sostenible de los recursos forestales.

El Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos (PNMCS) surgió en 2001 por acuerdo del Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas, y se aplica en todo el territorio nacional. Actúa como un fondo que respalda financieramente acciones de mejoramiento y conservación de suelos que desarrollan los campesinos, previamente certificadas por especialistas en la materia. En los últimos

diez años, el PNMCS ha contado con un financiamiento de aproximadamente 15 millones de pesos y es ejecutado por el Instituto de Suelos, del Ministerio de la Agricultura. Alrededor de 500 mil hectáreas por año reciben sus beneficios.

1.8 Energía

Durante el período previo a la crisis económica interna, identificada nacionalmente como “Período Especial” y desatada a inicios de la década de los años „90, la situación energética nacional se caracterizó por una alta dependencia de la energía importada, la baja eficiencia en la gestión de los portadores energéticos, el limitado uso de las fuentes renovables de energía y una amplia cobertura eléctrica, con un 95% de la población servida, contra un 74% promedio en América Latina. Esto dio lugar a la aprobación en 1993 del Programa de Desarrollo de las Fuentes Nacionales de Energía, por parte de la Asamblea Nacional y el Gobierno. Una nueva etapa, identificada como “Revolución Energética”, se inició en los primeros años del presente siglo, como programa decisivo para lograr el uso racional de la energía en todos los sectores del país, incluyendo el residencial, lo que constituyó un importante paso hacia un reenfoque del desarrollo energético en Cuba. A partir de entonces, se cumplen importantes acciones de ahorro y uso racional de los combustibles, así como la búsqueda de fuentes nacionales, con el objetivo explícito de reducir la dependencia de las importaciones de combustibles.

1.8.1 Fuentes de energía

El petróleo continúa siendo la principal fuente energética del país. Los mayores volúmenes se dedican a la generación eléctrica, a las producciones de níquel, a la industria sidero-mecánica y al consumo del transporte. El aporte de las Fuentes Renovables de Energía (FRE) durante el año 2013 representó el 22,4% del total de la producción de energía primaria del país (ONEI, 2014c).

La utilización de la leña en el sector estatal, al cierre del 2012 alcanzó las 1 221,9 Mt y el consumo directo para producir carbón vegetal fue de 705,1 Mt. Se mantiene un incremento en el uso de los desechos forestales con este propósito, llegando a las 6,6 Mt en la fecha antes referida.

El uso de la radiación solar para producir calor y energía eléctrica ya constituye una realidad en Cuba, que cada día se incrementa con la instalación de dispositivos fotovoltaicos en áreas rurales y montañosas, en zonas de difícil acceso para las redes del Sistema Electroenergético Nacional (SEN) y en sectores priorizados como el turismo. En 2013 se logró incrementar el número de estos dispositivos en 2177 unidades con respecto al año anterior, existiendo en esa fecha 6 894 paneles (ONEI, 2014c).

Al cierre del 2013, en el sector estatal existían en el país 235 digestores y 44 plantas de biogás en funcionamiento. Se trabaja en la ubicación de plantas de biogás en vertederos públicos, lo que permitirá el procesamiento de los desechos y la obtención de metano para la cocción de alimentos y la producción de energía eléctrica. Se instalaron plantas de este tipo en los dos mayores vertederos de residuos sólidos urbanos del país: en el de La Habana, que se encuentra operando; y en el de Santiago de Cuba, aún por iniciar su operación, registrados

internacionalmente como proyectos del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL).

El nivel de electrificación logrado en el país es un resultado distintivo de todo este accionar, que pasó de un 56% en 1959, al triunfo de la Revolución, al actual 97,9% al cierre de 2012. La expansión futura del SEN se sustentará esencialmente en el fortalecimiento de la generación térmica convencional actual, el aumento de nuevas capacidades en esta tecnología, así como la instalación de capacidades de generación eléctrica en ciclos combinados y en el incremento de la participación de las fuentes renovables de energía en la producción de electricidad.

Al cierre de 2012, los principales consumidores de energía eléctrica fueron el sector residencial con un 39,7%, el comercial y de servicios con 1,3 %, y el sector de la industria con un 26,2 (ONEI, 2014c). El 80% del uso final de la energía corresponde a combustibles convencionales, el 49% de los cuales se utiliza en la generación de electricidad.

1.8.2 La estrategia energética cubana

Resultado significativo de la estrategia energética adoptada por Cuba desde 2005 es la reducción en más de un 90% de la energía dejada de servir, y con ello, de las horas con interrupciones del servicio eléctrico. Adicionalmente, como resultado de las ganancias en eficiencia, se esperan reducciones significativas de las emisiones de GEI (Tabla 1.3), tanto por peso de producto interno bruto, como por kwh generado. Cálculos al cierre de 2007 estiman una reducción de alrededor de 5 MM de toneladas equivalentes de CO₂ en el sector de la generación eléctrica, y de los combustibles para cocción; ello representa una reducción del 18% con respecto a las emisiones totales del país en el año 2002.

Tabla 1.3 Emisiones de CO₂ evitadas (2005-2007).

Combustibles	Ahorro (ton)	Emisiones de CO ₂ evitadas (ton)
Petróleo crudo	961 419	3 749 534,1
CLP	124 183	335 294,1
Keroseno	281 076	899 443,2
Total		4 984 271,4

Fuente: AMA-CITMA-PNUMA, 2009

Además de los evidentes impactos en lo económico, lo social y lo ambiental, esta estrategia energética ha permitido el tránsito hacia un Sistema Electroenergético Nacional más seguro, flexible y descentralizado.

1.9 Agricultura, Uso del Suelo y Silvicultura

1.9.1 Agricultura

La agricultura es un sector que reviste una gran importancia estratégica en el logro del objetivo de reducir la vulnerabilidad alimentaria y las presiones sobre la balanza comercial, así como incrementar la oferta, en cantidad y calidad, de calorías, proteínas y grasas a la población; e incidir de forma positiva en la salud de las personas. En general, durante la década de los años '80 y hasta inicios de los '90 del siglo pasado, el sector se caracterizó por el uso intensivo de maquinarias, fertilizantes y otros productos químicos, con fuertes impactos negativos sobre el

medio natural (tierra y aguas), por el uso ineficiente del agua para el riego y por constituir el mayor consumidor de este recurso en el país.

A partir de ese período, el sector agropecuario cubano experimentó una profunda recesión, con la caída del 50 % de la producción, como resultado de la pérdida de sus principales suministradores con la desaparición del campo socialista en Europa del Este y el recrudecimiento del bloqueo económico, comercial y financiero de los Estados Unidos, lo cual impactó fuertemente en la economía nacional.

El estudio más reciente de evaluación de las tierras agrícolas para 29 cultivos reflejó que el 65 % de ellos están afectados por uno u otro factor limitante, lo cual lleva a un rendimiento potencial por debajo del 50 %. Si a esto se añade que más de 1 MM de ha. forman parte de ecosistemas frágiles (áreas montañosas con alto riesgo de erosión, zona costera o llanuras acumulativas con riesgo de salinización), se desprende que la sostenibilidad de la agricultura cubana requiere de un alto grado de eficiencia y cuidado en el manejo de los agroecosistemas.

Los estudios agroquímicos realizados en los últimos años en áreas de cultivos de importancia económica han evidenciado que la mayoría de los suelos cubanos poseen bajo contenido de nutrientes, alta tendencia a la acidez y una drástica reducción de la materia orgánica.

1.9.2 Uso del suelo

En la Tabla 1.4 se muestran algunos indicadores sobre el suelo. De los principales cambios ocurridos hasta el cierre de esta información, el más notable resulta la reducción de la superficie dedicada a los cultivos permanentes. Tal contracción alcanzó las 800 mil ha, o sea una reducción del 32% del área disponible en el año 1998, debido en gran medida al redimensionamiento de la superficie dedicada al cultivo de caña de azúcar; parte de estas áreas pasaron a engrosar las tierras dedicadas a viandas, cereales y granos, a la ganadería y al fomento de bosques.

Tabla 1.4 Indicadores seleccionados sobre suelo (Mha).

Concepto	1998	2013
Superficie agrícola	6 666,7	6 342,0
Superficie cultivada	3 701,5	
Superficie de cultivos permanentes	2 606,1	1 376,0
Superficie de cultivos temporales	1 089,4	1 144,0
Superficie no cultivada	2 685,3	
Pastos naturales	2 222,8	2 650,0
Tierras ociosas	762,5	
Superficie no agrícola	4 285,5	4 646,0
Forestales	2 924,9	3 402,0
Superficie no apta para la agricultura o los forestales	464,9	

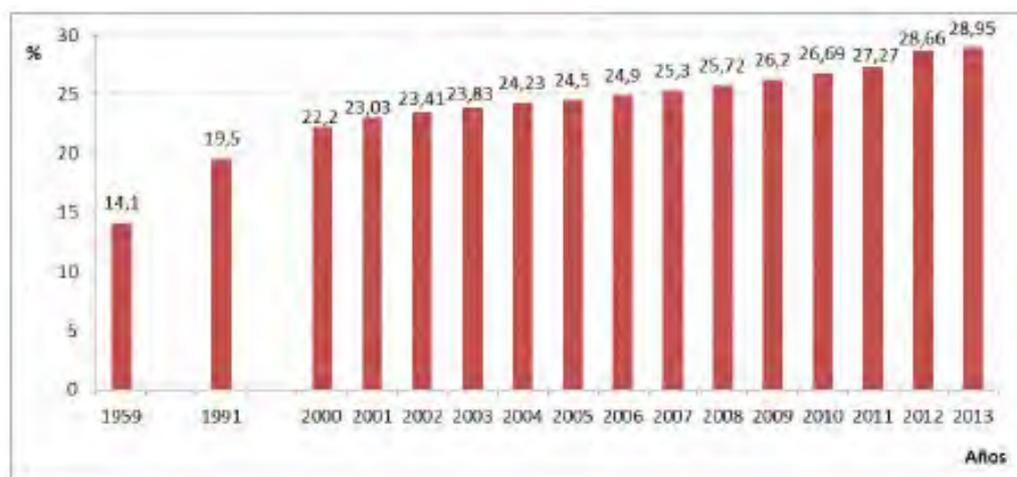
Fuente: ONEI (2014d): *Panorama Ambiental. Cuba 2013*

Para elevar la producción de alimentos y disminuir la dependencia de importaciones se ha establecido una política de incremento de la entrega de tierras ociosas, de la que forman parte la creación en 2007 del Centro de Control de la Tierra y la promulgación del Decreto Ley 259 en 2008. La agricultura urbana, por su parte, ha

generado más de 300 M empleos y se ha venido consolidando junto a la suburbana como complemento de la producción de alimentos en las ciudades y su periferia, según el potencial productivo de las localidades, mediante organopónicos, huertos, parcelas, fincas y patios familiares.

1.9.3 Silvicultura

La superficie cubierta de bosques ha crecido constantemente (Figura 1.10) a partir del año 1959, en que sólo era de alrededor del 14%, hasta alcanzar 28,95% de la superficie total del país al cierre del año 2013. El área forestal cubierta del país ascendió a 3 087,97 Mha, de los cuales 2 557,24 Mha corresponden a bosques naturales y 530,73 Mha a plantaciones (Tabla 1.5).



Fuente: MINAG, 2013.

Figura 1.10 Comportamiento del área cubierta de bosques.

Tabla 1.5 Desglose de la superficie del patrimonio forestal (Mha).

Composición y distribución	Superficie
Bosques naturales	2 557,24
Plantaciones	530,73
Bosques productores	969,02
Bosques protectores	1 456,00
Bosques de conservación	662,88
Plantaciones jóvenes	150,04
Áreas deforestadas	230,12
Áreas inforestales	466,03
Superficie cubierta	3 087,97

Fuente: MINAG, 2013

En Cuba, el 47,1% de los bosques clasifican en la categoría de protección, y en ellos se permiten talas con restricciones; el 21,4% son bosques de conservación y el 31,1% productores. En estos últimos, los bosques naturales representan el 70,5%, predominando las formaciones semicaducifolias y los manglares. El 29,5% constituyen plantaciones, con el pino y el eucalipto como especies más representadas.

El trabajo de reforestación que se realiza actualmente (Tabla 1.6) va dirigido a satisfacer necesidades de la economía nacional en diferentes surtidos de madera. También se acometen plantaciones de carácter protector, entre ellas, de las aguas y los suelos, conformando las zonas de protección de los cuerpos de agua; y en

cuencas hidrográficas, así como en zonas montañosas de gran pendiente. La restauración de suelos afectados por la minería a cielo abierto en el norte de la provincia de Holguín, la plantación de mangle en la zona marítimo-terrestre, la reproducción en viveros y posterior plantación de especies amenazadas son, entre otros, objetivos de alta prioridad del sistema nacional de reforestación, al que se destina el 30% del total de plantaciones realizadas. En todos estos programas se emplean más de 180 especies de árboles, de los cuales el 77% son maderables y el 23% frutales; de las especies maderables, 68,3% son indígenas y 31,7%, exóticas.

Tabla 1.6 Variación de la superficie cubierta de bosques en el período 2000-2013.

Años	Área cubierta (Mha)	Área cubierta (%)*	Bosques Naturales (Mha)
2000	2 434,98	22,16	2 093,4
2001	2 530,60	23,03	2 189,5
2002	2 572,14	23,41	2 223,4
2003	2 618,65	23,83	2 254,8
2004	2 662,98	24,23	2 287,1
2005	2 696,59	24,54	2 308,7
2006	2 741,26	24,95	2 335,7
2007	2 775,33	25,26	2 347,8
2008	2 825,93	25,70	2 378,5
2009	2 880,92	26,20	2 408,3
2010	2 932,31	26,69	2 435,8
2011	2 996,37	27,27	2 488,5
2012	3 053,35	28,66	2 545,9
2013	3 087,97	28,95	2 557,2

Hasta el 2015, el Programa Nacional Forestal coordina e implementa los esfuerzos del país en materia forestal. Su objetivo clave es lograr, al final del período de implementación, un índice de boscosidad del 29,3%, y una industria forestal modernizada y diversificada.

* Con respecto a la superficie total del país: 10 988 614 Mha.

Fuente: MINAG, 2013

1.10 Recursos hídricos

Precisiones del potencial de los recursos hídricos del archipiélago cubano efectuadas hace más de una década los evalúan en un total de 38 100 millones de m³; de ellos, 6 400 millones son subterráneos en 165 unidades hidrogeológicas, y los 31 700 millones restantes son superficiales en 642 cuencas hidrográficas. Sin embargo, los propios resultados del estudio de las precipitaciones para el nuevo mapa isoyético cubano 1961 – 2000, concluido en el 2005 y vigente a partir de ese año, indican que estos recursos potenciales probablemente sean más bajos (INRH, 2006).

Los Recursos Hídricos Aprovechables se evalúan en alrededor de 24 000 millones de m³ anuales, correspondiendo el 75% a las aguas superficiales y el 25% a las subterráneas. Los Recursos Hidráulicos Disponibles a partir de la infraestructura hidráulica ascienden a 13 904 millones de m³. El desarrollo de la misma en el país permite poner a disposición de las demandas económicas, sociales y ambientales el 58 % de los recursos aprovechables.

El país cuenta con 546 asentamientos con servicio de alcantarillado. Se caracteriza por poseer 5 350 km de tuberías, 10 plantas de tratamiento de residuales

administradas por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), 872 700 fosas a servir, 530 tanques sépticos, 295 lagunas de estabilización y 146 estaciones de bombeo de residuales, con 224 equipos instalados. La cobertura de saneamiento en todo el país alcanza a 10 millones 524 mil habitantes, lo que representa el 94,29 % de la población total residente, de ellos 3 millones 91 mil habitantes con servicio de alcantarillado para un 35,76 %. El resto de la población es servida por fosas y letrinas.

La infraestructura actual cuenta con 242 embalses, los que almacenan cerca de 9 mil millones de metros cúbicos. A ellos se unen 61 derivadoras, 805 micropresas, 788,4 km de canales magistrales, 16 grandes estaciones de bombeo, 1 300,4 km de diques y 1 009,2 km de canales para la protección contra inundaciones.

En Cuba, los usos predominantes del agua están en la agricultura (55 – 60 %), el abastecimiento de la población (15 – 20 %), el sector industrial (10 – 15 %) y otros, dentro de los que se considera el gasto sanitario (7 – 10 %).

En la actualidad, se impone la necesidad del uso sostenible del recurso, de la eficiencia en la conducción y distribución, de la disminución de pérdidas (las que alcanzan en algunas zonas hasta 60% de los volúmenes entregados), del reuso, así como de una elevada cultura ambiental hídrica e hidráulica, tanto de profesionales, instituciones y órganos de gobierno dedicados a su manejo, como de toda la población. Ello permitirá paliar los efectos de la carestía relativa, en un contexto climático complejo que está determinando la ocurrencia más frecuente de fenómenos meteorológicos extremos, en especial, prolongadas sequías y huracanes.

En correspondencia con lo antes referido, en diciembre de 2012 se aprobó la Política Nacional del Agua, como soporte a la alternativa sostenible que asegure, a mediano y largo plazos, el suministro seguro de la cantidad y de la calidad de agua para la economía, la sociedad y el medio ambiente. En esencia, constituye una política nacional, regional y local del agua - integrada, armónica y coherente - encaminada a su uso racional, productivo y eficiente, optimizando la gestión de riesgos asociada a su calidad y eventos extremos, así como al mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura hidráulica existente, incluyendo en ello, el fortalecimiento de las redes de observación sistemática de las variables del ciclo hidrológico.

1.11 Diversidad biológica

Cuba constituye el país con mayor diversidad biológica de las Antillas. Se caracteriza por los notables valores de su medio natural, la gran diversidad de ecosistemas presentes y el alto grado de endemismo de sus recursos bióticos. Por esta razón, el territorio nacional es un exponente representativo y singular del patrimonio regional y mundial.

En el año 2004 se ratificó la vigencia de los objetivos básicos de la Estrategia Nacional sobre la Diversidad Biológica (ENBIO), aprobada en 1998, por lo que sólo se ajustó su Plan de Acción Nacional para el período 2006-2010, que incluye 91 acciones nacionales para el referido período. En la actualidad, la ENBIO se

encuentra en proceso de actualización y adecuación a las prioridades nacionales y a las Metas de Aichi del Plan Estratégico sobre la diversidad biológica 2011 - 2020 del Convenio sobre la Diversidad Biológica.

La flora de Cuba es considerada una de las floras insulares más ricas del mundo por su alto grado de endemismo, que la sitúa como el principal centro de evolución y especiación de las Antillas, donde el 52,4% del total de las plantas superiores son endémicas. Los estudios de vegetación más recientes reportan la existencia de 17 tipos diferentes de formaciones boscosas, 7 arbustivas y 4 herbáceas; mientras los taxónomos señalan la presencia de 9 107 especies conocidas, de ellas 911 especies de musgos y hepáticas, 557 de helechos y 6 519 de plantas superiores, dentro de este último grupo, las plantas con flores (angiospermas) presentan 6 500 especies.

Con relación a la flora vascular, de 3 163 especies estudiadas, 24 se consideran extintas, 405 en peligro crítico, 447 en peligro, 335 vulnerables y 583 especies amenazadas. Con respecto a la fauna, de 427 especies estudiadas, 5 especies se consideran extintas, 61 en peligro crítico, 66 en peligro y 295 vulnerables.

Se conocen unas 17 818 especies en la fauna cubana, pero aún muchos grupos zoológicos no están bien estudiados, sobre todo de invertebrados, por lo que este número seguramente se irá incrementando. Aunque el conocimiento que se tiene de la fauna es menor que el de la flora, se destaca la diversidad en grupos como los moluscos (2 913 especies conocidas), arácnidos (1 422 especies) e insectos (7 493 especies), en los cuales los estimados de especies por conocer son considerables. Hasta la fecha, el número de invertebrados marinos registrados en Cuba sobrepasa las 5 700 especies y la de cordados más de 1 060, principalmente peces, considerando además, los microorganismos y la flora marina, se conocen actualmente más de 7 650 especies, todas ellas incorporadas a las listas confeccionadas en diciembre del año 2006. Esta cifra supera en casi 2 000 especies (35%) las que fueron inventariadas por el Estudio de País sobre Diversidad Biológica.

En el caso de la fauna, Cuba posee, a nivel de especie un endemismo de 15 mamíferos, 28 aves, 57 anfibios, 21 peces y 124 reptiles. Resulta interesante que, de 62 especies de anfibios conocidos en Cuba, 57 se encuentran solamente aquí (91,9%); o en el caso de los reptiles, se conocen 153 especies y 124 son sólo cubanas (81%).

La distribución de las especies no es uniforme en el territorio cubano. Se concentra en las regiones más antiguas y estables, como son los macizos montañosos de occidente, centro y nororiente, y la parte sur oriental de la isla, así como en áreas de condiciones extremas, como las colinas y llanuras serpentinas, las costas semiáridas surorientales y las llanuras de arenas silíceas del occidente.

Como complemento a las acciones nacionales dirigidas a la conservación del medio ambiente, Cuba cuenta con un Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) que tiene el propósito de preservar un total de 211 áreas protegidas, bajo distintas categorías de manejo; de ellas, 77 de Significación Nacional y 134 de Significación Local.

A nivel internacional, son reconocidas las siguientes áreas:

- Seis Reservas de la Biosfera: Guanahacabibes, Sierra del Rosario, Ciénaga de Zapata, Buenavista, Baconao y Cuchillas del Toa.
- Dos Sitios de Patrimonio Natural de la Humanidad: Parque Nacional Desembarco del Granma y Parque Nacional Alejandro de Humboldt.
- Seis Sitios Ramsar: Ciénaga de Lanier y Sur de la Isla de la Juventud, Ciénaga de Zapata, Río Máximo-Camagüey, Gran Humedal del Norte de Ciego de Ávila, Delta del Cauto y Buenavista.

El área que ocupan las 211 áreas del SNAP identificadas representa el 20,20% del territorio nacional, incluyendo la plataforma insular marina. Del total de la superficie terrestre, queda bajo cobertura de áreas protegidas el 17,16% del territorio y del total de la extensión de la plataforma marina, cuenta con protección el 24,96%. De las 211 áreas protegidas del SNAP, un total de 120 cuentan con administración y 103 han sido aprobadas legalmente por el Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros.

Entre los principales temas a priorizar para los próximos años, el Grupo Nacional de Diversidad Biológica identificó el tratamiento diferenciado al tema de la diversidad biológica, su función y su adaptación al cambio climático; los estudios biológicos, la evaluación, manejo y control de las especies exóticas invasoras; los estudios sobre la capacidad de los ecosistemas y su funcionamiento ecológico, la evaluación de los bienes y servicios de estos ecosistemas y la restauración o rehabilitación de los ecosistemas degradados; la conservación ex situ como complemento a la conservación in situ; el establecimiento del marco legal requerido para la gestión de la diversidad biológica, la protección de los conocimientos, innovaciones y prácticas tradicionales, el acceso a los recursos genéticos, y el fortalecimiento de la investigación y creación de capacidades en la línea de la taxonomía.

1.12 Estado del medio ambiente

La Estrategia Ambiental Nacional para el período 2007-2010 identifica cinco grandes problemas ambientales. Sin responder a criterios de prioridad o importancia, estos son: degradación de los suelos, afectaciones a la cobertura forestal, contaminación, pérdida de la biodiversidad biológica y carencia de agua.

1.12.1 Degradación de los suelos

La degradación de los suelos, con una evidente expresión en la pérdida de rendimientos agrícolas, constituye uno de los principales problemas ambientales que enfrenta hoy el país. Los procesos erosivos afectan a 2,5 MMha de suelos, el alto grado de acidez alcanza alrededor de 3,4 MMha, la elevada salinidad y sodicidad se manifiesta en alrededor de un millón de ha, la compactación incide sobre 2,5 MM ha y los problemas de drenaje alcanzan 2,7 MMha. La más reciente evaluación de las tierras del país para 29 cultivos de interés, reportó que el 65 % de los suelos están por debajo del 50% de su rendimiento potencial.

Estas áreas se encuentran afectadas por factores de carácter natural o antrópico, acumulados en el transcurso de los años, con una marcada preponderancia de los segundos. Sin embargo, en los últimos años se han intensificado procesos naturales como la sequía y la afectación por huracanes, con las consiguientes inundaciones, lavado de los suelos y movimientos de masa.

Debido a las dificultades económicas por las que atraviesa Cuba, la gran mayoría de las labores de rehabilitación que se acometen en suelos son medidas sencillas, requiriéndose en muchos casos la aplicación de medidas de mayor complejidad, que permitan la conservación y/o recuperación de los suelos, según el caso, pero que implican un mayor respaldo financiero. A pesar de los esfuerzos realizados y de los recursos asignados por el país, dentro del marco del Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos, aprobado en el año 2000 por el Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas, los avances logrados en los últimos 4 años aún resultan discretos.

1.12.2 Afectaciones a la cobertura forestal

Persisten problemas con la calidad de la mayoría de los bosques naturales, como consecuencia del inadecuado manejo y explotación en etapas anteriores, sobre todo en las cuencas hidrográficas más importantes, así como problemas con las fuentes de semillas del país, en cuanto a expectativas de producción y calidad. Existen además, afectaciones producidas por la no actualización de la ordenación forestal, el insuficiente tratamiento silvicultural de los bosques e insuficiencias y deficiencias de los planes de manejo.

Aunque las fajas hidrorreguladoras de ríos y embalses han recibido atención en los últimos años, todavía se requiere de un esfuerzo significativo para lograr que estén totalmente forestadas. Con la mayor supervivencia de las plantaciones, la reforestación mejora paulatinamente, pero aún dista de los niveles deseados. También son problemas actuales el bajo aprovechamiento de la biomasa derivada de los aprovechamientos forestales; y para algunos territorios, la presencia de plantas invasoras.

1.12.3 Contaminación

Muy diversas son las causas que originan la contaminación de las aguas, los suelos y la atmósfera en el país; entre ellas se destacan la concentración de instalaciones industriales en zonas urbanas, lo que determina el empleo de las corrientes superficiales como receptoras de residuales crudos o parcialmente tratados, que frecuentemente llegan a la zona costera y cuencas hidrográficas. También influyen negativamente el empleo de tecnologías obsoletas, la indisciplina tecnológica, así como la no adecuada extensión de prácticas de Producción Más Limpia; y resultan insuficientes los recursos financieros destinados a la minimización, tratamiento, aprovechamiento y reuso de los residuos de la actividad agroalimentaria, industrial, turística, doméstica y de centros hospitalarios.

En el contexto nacional cubano predominan las aguas residuales domésticas; industriales del sector agroalimentario (agrícolas, pecuarios, alimenticio, azucarero, pesquero); industriales del sector químico, energético y del procesamiento de

superficies metálicas y; mixtas, donde lo más frecuente se da en la mezcla de residuales domésticos con los otros tipos.

Evaluaciones sistemáticas realizadas en los últimos cinco años indican que ha ocurrido una reducción de la carga orgánica biodegradable que vierte a las aguas terrestres y costeras, principalmente en fuentes puntuales industriales, lo que ha sido posible por un cumplimiento efectivo del plan de las inversiones para la protección del medio ambiente.

1.12.4 Pérdida de la diversidad biológica

En el Estudio Nacional para la Diversidad Biológica se reconocen como principales amenazas a la diversidad biológica cubana el desarrollo acelerado del turismo, la minería, las construcciones civiles y el desarrollo urbano, el efecto de las especies invasoras, la contaminación ambiental, la agricultura, la pesca, el desconocimiento del valor económico de la diversidad biológica y la pesca, la caza y la tala furtivas, así como la agudización de los riesgos naturales asociados al cambio climático reflejados en la severidad de las sequías, las lluvias intensas, las penetraciones del mar, y la intensidad y frecuencia de los huracanes.

Todas estas amenazas contribuyen a la pérdida de especies y fragmentación de hábitats, a pesar de que el efecto de los últimos eventos naturales extremos, como los períodos de sequía y los huracanes de la primera década del siglo XXI aún no ha sido suficientemente cuantificado. Se reconoce también a los desastres naturales como amenaza a las colecciones vivas ex situ de germoplasma de interés para la alimentación y la agricultura.

En cuanto a la diversidad biológica marina, entre las principales amenazas de carácter antrópico actuales y potenciales están el represamiento de las aguas fluviales; la contaminación por residuales agrícolas, industriales y albañales; la contaminación térmica; la sedimentación provocada por la deforestación y por la minería en tierra; la pesca no sostenible, principalmente el uso de artes de pesca nocivos; las construcciones costeras; actividades de prospección y explotación de recursos minerales (principalmente hidrocarburos) en la zona costera; las actividades turísticas no controladas; la explotación no sostenible de organismos de valor ornamental; la captura y comercialización de especies amenazadas, raras, carismáticas o de poblaciones reducidas y la introducción de especies exóticas.

1.12.5 Disponibilidad real de agua

El desarrollo hidráulico cubano ha sido sustantivo en los últimos 50 años, lo que ha posibilitado elevar las capacidades de embalse de 48 MM m³ a cerca de 9 200 MM m³ permitiendo alcanzar una disponibilidad real de agua, a partir de la infraestructura hidráulica creada, de alrededor 1 245 m³ por habitante por año para todos los usos. (INRH, 2014)

En algunas zonas del país existe una carestía relativa de agua, para suplir todas las necesidades económicas, sociales y ambientales, lo que puede observarse en el Mapa Isoyético 1961 – 2000, lo que ha determinado decisiones de nuevas inversiones hidráulicas relacionadas con los trasvases Este - Oeste en el oriente del

país; Norte - Sur también en esa zona, así como el Oeste - Este en el centro de Cuba y otras.

La carestía relativa se ha agravado por la ocurrencia de fenómenos naturales; sequías prolongadas, variaciones en el régimen estacional, y otros inducidos por causas antrópicas; intrusión salina, sobreexplotación y contaminación, entre otras; ello se agudiza, además, por las pérdidas en las redes, que en algunas zonas pueden alcanzar hasta 60% de los volúmenes entregados. Respecto a la rehabilitación de redes y conductoras de acueducto para disminuir las pérdidas, continúan acometiéndose grandes inversiones en ciudades principales (Santiago de Cuba, La Habana, Holguín, Camagüey, Las Tunas), destinadas a elevar la eficiencia y su uso racional.

1.13 Arreglos institucionales

Al finalizar la PCN, se consideró conveniente y se identificó como buena práctica concebir el trabajo de preparación de las Comunicaciones Nacionales como un ciclo continuo, ininterrumpido. Esta ha sido una característica distintiva del proceso en el país. Más que todo, constituye una oportunidad en el enfrentamiento al cambio climático, sobre la base de las peculiaridades socioeconómicas y medioambientales nacionales y las prioridades del desarrollo trazadas por el Estado cubano. Una descripción detallada de las ventajas que implica esta concepción para Cuba, y en especial en la componente de vulnerabilidad y adaptación, puede encontrarse en Guevara *et al.* (2012), incluidas luego en Olbrischt (2013), disponible en <http://ncsp.undp.org/>.

Para conducir la Segunda Comunicación Nacional, y bajo el amparo del proyecto que guió su preparación, se creó un equipo técnico centrado en el Instituto de Meteorología (representante del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente – CITMA ante el proyecto GEF/PNUD), e integrado por el coordinador general y los líderes de las componentes tributarias al reporte. No resultó difícil convocar a los expertos e instituciones participantes, toda vez que durante el período que medió entre ambos informes, los colectivos técnicos mantuvieron sus vínculos, dada la visión de continuidad antes referida. El trabajo de aseguramiento corrió a cargo de la administradora, junto con un pequeño grupo de apoyo, en interacción con los responsables técnicos ya mencionados. Además de los talleres técnicos correspondientes, se celebraron reuniones periódicas para chequear la marcha del proyecto (al menos 2 veces al año). Por la parte cubana, se recibieron controles del organismo de relación (Ministerio de Comercio Exterior y la Colaboración Económica – MINCEX) y la Entidad Nacional de Ejecución (CITMA); junto con el chequeo de la oficina del PNUD en La Habana. El proyecto fue auditado en una ocasión (2012), con resultados satisfactorios.

El proceso de preparación y aprobación del informe final cubrió los siguientes pasos:

Paso 1. Las instituciones y expertos participantes en el proyecto ejecutaron las evaluaciones y trabajos técnicos en general.

Paso 2. Los resultados fueron evaluados y aprobados por las instituciones donde se obtuvieron los mismos, de acuerdo a las normas vigentes en dichas instituciones.

Paso 3. A continuación, se debatieron en talleres temáticos convocados por la dirección del proyecto.

Paso 4. Los resultados finales se integraron por un equipo de redacción seleccionado para la elaboración del texto de SCN.

Paso 5. El borrador preparado por el equipo de redacción se sometió a revisión por parte de la Agencia del Medio Ambiente del CITMA y luego ante un experto internacional, quienes dejaron recomendaciones y sugerencias para mejorar la información a reportar.

Paso 6. El borrador corregido por el equipo de redacción se envió al CITMA para su consideración y la de todos los ministerios e instituciones pertinentes.

Paso 7. Después de la consulta a las autoridades pertinentes, se efectuaron las correcciones correspondientes por el equipo de redacción.

Paso 8. El informe final de SCN se aprobó por la Ministra de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente máxima representante del organismo nacional rector de la política ambiental y su ejecución.

Paso 9. Publicación de la Segunda Comunicación Nacional de Cuba, envió a la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático y presentación ante la Conferencia de las Partes por el CITMA, en su calidad de Punto Focal Nacional de la Convención.

1.14 Indicadores socioeconómicos de significativa relevancia

En la Tabla 1.7 se presenta un cuadro resumen de 17 indicadores socioeconómicos de significativa relevancia para los años del 2001 al 2013. Los indicadores son:

- 1 población residente (u)
- 2 superficie total (km²)
- 3 densidad poblacional (habitantes/km²)
- 4 tasa anual de crecimiento de la población (por mil habitantes)
- 5 porcentaje de población urbana (%)
- 6 variación del PIB a precios constantes de 1997 (%)
- 7 PIB por habitante (a precios constantes de 1997)
- 8 superficie agrícola cultivada (Mha)
- 9 patrimonio forestal (Mha)
- 10 cobertura forestal (%)
- 11 esperanza de vida al nacer (años)
- 12 índice de mortalidad Infantil (por 1000 nacidos vivos)
- 13 envejecimiento población (60 años y más/población total) (%)
- 14 índice de bajo peso al nacer
- 15 habitantes por médico
- 16 tasa neta de matrícula en la enseñanza primaria (%)
- 17 tasa de alfabetización en la población de 25 años y más (%)

Tabla 1.7 Indicadores socioeconómicos de significativa relevancia (años 2001 al 2013).

Indicador	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	11 168 526	11 200 388	11 230 076	11 241 291	11 243 836	11 239 043	11 236 790	11 173 996	11 174 952	11 167 934	11 175 423	11 173 151	11 210 064
2	110 860	110 860	110 860	109 886	109 886	109 886	109 886	109 886	109 886	109 884	109 884	109 884	109 884
3	100,7	101,0	101,3	101,3	102,3	102,3	102,3	101,7	101,7	101,6	101,7	101,7	102,0
4	2,0	2,8	2,6	1,0	0,2	-0,4	-0,2	-1,3	0,1	-0,6	0,7	-1,4	3,3
5	75,3	75,4	75,8	75,6	75,6	75,5	75,4	75,3	75,4	75,3	75,2	76,8	76,8
6	3,2	1,4	3,8	5,8	11,2	12,1	7,3	4,1	1,4	2,4	2,8	3,0	2,7
7	3 039	3 003	3 201	3 400	3 793	4 692	5 215	4066	4124	4222	4335	4 498	4 604
8	1 007,1	1 041, 2	643,8	661,0	517,2	397,1	329,5	2988,5	2988,5	2988,5	2988,5	2988,5	2645,8
9	2 530,62	2 572,14	2 618,65	2 662,98	2 696,59	2 741,26	2 775,33	2 825,93	2 880,92	2 932,31	2 996,37	3 053,35	3 087,97
10	22,8	23,2	23,6	24,1	24,5	24,9	25,3	25,7	26,2	26,7	27,3	28,7	28,9
11	77,00	77,00	77,00	77,00	77,97	77,97	77,97	77,97	77,97	77,97	77,97	77,97	77,97
12	6,2	6,5	6,3	5,8	6,2	5,3	5,3	4,7	4,8	4,5	4,9	4,6	4,2
13	-	14,7	15,0	15,4	15,7	15,9	16,6	17,0	17,4	17,8	17,8	18,3	18,7
14	5,9	5,9	5,5	5,5	5,4	5,4	5,2	5,1	5,1	5,4	5,3	5,2	5,1
15	168	167	165	161	159	158	155	151	150	147	143	137	133
16	98,1	98,1	99,1	99,4	99,4	99,5	99,4	99,7	99,25	99,25	99,4	99,25	99,25
17	...	99,8	99,8	99,8	99,8	99,8	99,8	99,8	99,8	99,8	99,8	99,8	99,8

Fuente: ONEI (2014a): Anuario Estadístico de Cuba 2013.

CAPÍTULO 2. INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

2.1 Panorámica del inventario

Los Inventarios Nacionales de Emisiones y Remociones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) constituyen un compromiso de todas las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Constituyen también una de las componentes principales de las Comunicaciones Nacionales que, periódicamente, deben preparar las Partes de la CMNUCC y remitir a la Secretaría de dicha convención.

Los inventarios desempeñan un papel clave para el seguimiento de las emisiones y remociones de GEI a nivel global, regional y local y para verificar el éxito o fracaso de las medidas implementadas para la mitigación de las emisiones. Además, posibilitan identificar los sectores, categorías, fuentes y sumideros que tienen un mayor peso en las emisiones y remociones (o en la incertidumbre de estas) y que son a los que habrá que dedicar mayor esfuerzo y recursos en la compilación del inventario. Asimismo, poseen gran importancia para las actividades relacionadas con la protección del medio ambiente en los países.

En este capítulo se presenta un resumen del reporte del Inventario Nacional de Emisiones y Remociones de Gases de Efecto Invernadero en Cuba para el período 1990 – 2002 (López et al., 2009a). Además de una evaluación integrada para el período mencionado, el inventario conllevó a una actualización y mejoría de los reportes previos preparados para los años 1990, 1994, 1996, 1998, 2000 y 2002 (López et al., 1999, 2001, 2002, 2003, 2004 y 2005). También se realizó la estimación de las emisiones y remociones correspondientes al año 1992, año que no había sido incluido en los reportes previos al actual inventario.

El inventario de GEI, además de haber contado con apoyo financiero del proyecto GEF/PNUD de la Segunda Comunicación Nacional, por la parte cubana recibió financiamiento y supervisión científica del Programa Científico-Técnico Ramal “Análisis y Pronóstico del Tiempo y el Clima Terrestre y Espacial”, gerenciado por la Agencia de Medio Ambiente de Cuba del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

En general, en la organización de este inventario se sigue la estructura y el marco común de reporte establecido en las Guías Revisadas del IPCC de 1996¹ para los Inventarios Nacionales de GEI (IPCC-OECD-IEA, 1997), así como los acuerdos de la Conferencia de las Partes (CoP) de la CMNUCC sobre este tema. Asimismo, se aplican las directrices contenidas en el Anexo de la Decisión 17/CP.8 (CMNUCC, 2002) para la preparación de los Inventarios Nacionales de Emisiones y Remociones de GEI, que deberán ser incluidos en las Segundas y Terceras Comunicaciones Nacionales de las Partes No Anexo I de la Convención.

¹ Identificadas en lo adelante como guías IPCC 1996.

En la Decisión 17/CP.8 de la CMNUCC se identifica al 2000 como el año de referencia para los reportes del inventario en la SCN y se alienta a las Partes NAI a presentar estimaciones para otros años a partir del año base 1990. Tomando en cuenta esa indicación, en este reporte se hace énfasis en los resultados obtenidos para los años 2000 y 2002 y se incluye información detallada para los años pares del período 1990 - 1998.

Los resultados de los reportes del inventario correspondientes a 1990 y 1994, formaron parte de la Primera Comunicación Nacional de Cuba (Grupo Nacional de Cambio Climático, 2001). En esta Segunda Comunicación se muestran los resultados para los años 2000 y 2002 y para el período 1990 – 2002.

2.1.1 Metodologías utilizadas

En los inventarios deben utilizarse metodologías comparables, de modo que los resultados puedan ser evaluados de forma consistente. Las Partes NAI deberán utilizar las guías IPCC 1996 para estimar y reportar los inventarios nacionales, y son alentadas a aplicar las Guías del IPCC sobre Buenas Prácticas y Gestión de la Incertidumbre en los Inventarios Nacionales de GEI (IPCC, 2000)² y las Guías en Buenas Prácticas para Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (IPCC, 2003)³. Además, se incita a las Partes NAI, a realizar un análisis de categorías principales o claves y a que proporcionen información sobre el grado de incertidumbre asociado con los datos del inventario y con las hipótesis básicas y a que describan las metodologías que hayan utilizado para estimar esas incertidumbres.

En la preparación de los reportes del inventario se recomienda, además, revisar (recalcular) los datos de emisiones y remociones proporcionados en los inventarios previos en aquellas categorías de fuentes o sumideros donde se han producido cambios en el método de estimación, los parámetros de emisión utilizados, o se han obtenido mejores o nuevos datos de actividad. Esta es una recomendación de “buenas prácticas”, que garantiza la consistencia de la serie temporal de emisiones y remociones estimadas.

Además de las guías mencionadas, el IPCC publicó en el 2006 nuevas guías para los Inventarios Nacionales de Gases de Invernadero⁴ (IPCC, 2006), que actualizan las guías anteriores e incluyen nuevas fuentes y gases y actualizan los métodos previamente publicados (en los casos en que ha sido mejorado el conocimiento técnico y científico). Al momento de preparar este reporte, las recientes guías no son de uso obligatorio en el marco de la CMNUCC.

En este reporte se utilizan, fundamentalmente, las guías IPCC 1996 y las IPCC-GPG 2000. También se emplean, parcialmente, las guías IPCC-GPG LULUCF 2003 y las IPCC 2006, en aquellas categorías de fuentes que no implican cambios con relación al marco común para el reporte del inventario establecido en el Volumen 1 de las guías IPCC 1996, y en las que se dispuso de datos y otras informaciones para realizar los cálculos.

² Identificadas en lo adelante como guías IPCC-GPG 2000.

³ Identificadas en lo adelante como guías IPCC-GPG LULUCF 2003.

⁴ Identificadas en lo adelante como guías IPCC 2006.

Para los gases de efecto invernadero indirecto (precursores de GEI y aerosoles), así como para categorías no abordadas en las guías IPCC-GPG 2000, se siguen tanto las guías IPCC 1996 como la metodología EMEP/CORINAIR (EEA, 2007).

2.1.2 Métodos utilizados

De acuerdo con las guías del IPCC, las Partes de la CMNUCC pueden utilizar métodos de diferente nivel, dando prioridad a aquellos que producen los estimados más seguros, en dependencia de las circunstancias nacionales y la disponibilidad de datos. Esas guías proporcionan recomendaciones y asesoría sobre métodos de estimación en tres niveles de detalle, complejidad y calidad.

- Métodos de nivel 1: Método por defecto. Ecuación simple en las que se utilizan datos de actividad (por defecto o específicos del país) y parámetros de emisión (con frecuencia mayormente por defecto);
- Métodos de nivel 2: Método intermedio, por ejemplo modelos con parámetros de emisión por defecto o calculados para el país y datos de actividad específicos del país;
- Métodos de nivel 3: Mayor complejidad de aplicación y mayor demanda en requerimientos de datos, por ejemplo, mediciones de emisiones o modelos con parámetros de emisión determinados por mediciones en el país y datos específicos del país.

Para cada una de las categorías de fuentes abordadas en este reporte, se emplearon los métodos de nivel 1 y 2.

2.1.3 Estructura del reporte

Un elevado número de actividades humanas generan emisiones y remociones de GEI. En las guías IPCC 1996 estas actividades se han agrupado en seis sectores principales, que constituyen módulos del reporte:⁵

- Módulo 1: Energía
- Módulo 2: Procesos Industriales
- Módulo 3: Solventes y Uso de Otros Productos
- Módulo 4: Agricultura
- Módulo 5: Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura
- Módulo 6: Desechos
- Módulo 7: Control de la calidad y determinación y evaluación de las incertidumbres de las emisiones.

⁵ En las guías IPCC 2006 se incluye otra estructura de esos módulos especialmente con la unificación metodológica de los módulos 2 y 3 (Procesos Industriales y Uso de Solventes) en un nuevo módulo denominado Procesos Industriales y Uso de Productos y los módulos 4 y 5 (Agricultura y Cambio de Uso de la Tierra) en un nuevo módulo denominado Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra. En este reporte del Inventario se mantiene la estructura de las guías IPCC 1996.

Los módulos principales (módulos 1 al 6) se abrieron en “categorías y subcategorías de fuentes o sumideros”, que fueron tratadas en detalle. Posteriormente se realizó una agregación e integración de los resultados obtenidos para los niveles sectorial y de país. Se abordan 30 categorías y 123 subcategorías de fuentes y sumideros, con la siguiente estructura interna:

- Introducción
- Selección del método
- Selección de los parámetros y factores de emisión
- Datos de actividad utilizados
- Resultados obtenidos
- Exhaustividad
- Evaluación de Incertidumbre.

2.1.4 Gases de Invernadero abordados en el Inventario

Se seleccionaron los gases atmosféricos de mayor relevancia para el clima. Por conveniencia, todos son genéricamente referidos como GEI aunque algunos de ellos no lo son, por lo que pueden subdividirse en:

- a) Gases de Efecto Invernadero Directo
Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O), Hidrofluorocarbonos (HFCs), Perfluorocarbonos (PFCs) y Hexafluoruro de Azufre (SF₆).
- b) Otros Gases de Importancia Radiativa y Fotoquímica (gases de efecto invernadero indirecto o gases precursores):
Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrógeno (NO_x), Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes del Metano (COVDM) y Dióxido de Azufre (SO₂).

La importancia de los gases de efecto invernadero indirecto está dada por su papel como precursores de GEI, modificadores de sus concentraciones en la atmósfera o precursores de aerosoles (como es el caso del SO₂).

En el presente reporte se determinan las emisiones de los GEI directos y todos los gases precursores mencionados anteriormente. No resultó posible obtener datos acerca de los consumos de HFCs, PFCs y SF₆. Por ello, las emisiones de estos GEI se reportan como no estimadas (NE), aunque se consideran potencialmente de poca significación.

2.1.5 Datos de Actividad y Parámetros de Emisión Utilizados

Los datos de actividad utilizados fueron proporcionados por la ONEI. En las categorías para las que no se obtuvo esta información, se utilizaron fuentes internacionales reconocidas.

Con relación a los parámetros de emisión⁶ se utilizaron los proporcionados en las Guías del IPCC y también en la metodología EMEP/CORINAIR (EEA, 2007), esta última fundamentalmente para los gases precursores. Además, en algunas categorías fueron utilizados parámetros de emisión calculados para las condiciones de Cuba.

2.1.6 Preparación del inventario

Para la preparación del inventario, se empleó el software UNFCCC – NAI (versión 1.3.2), que es una de las herramientas preparadas por la Secretaría de la CMNUCC para apoyar la compilación del inventario nacional de GEI que deben reportar las Partes NAI en sus Segundas Comunicaciones Nacionales. Además, se utilizaron el “IPCC Waste Model” (software incorporado en las guías 2006 IPCC para calcular las emisiones de CH₄ derivadas de la disposición en la tierra de desechos sólidos) y otros software preparados por especialistas cubanos para facilitar la realización de las estimaciones en varias categorías del inventario.

También se hace uso de la Base de Datos online de Factores de Emisión del IPCC – NGGIP, sobre los diferentes parámetros requeridos para los cálculos de las emisiones y remociones antropogénicas de GEI.

En la elaboración de este reporte se utilizó la capacidad creada a partir de la compilación del inventario correspondiente al año base 1990 y que se basa en la labor de un equipo técnico multidisciplinario, coordinado por el Instituto de Meteorología (INSMET) con tres grupos de trabajo, y donde participan y contribuyen diferentes instituciones y organismos del país (Figuras 2.1 y 2.2).

El primer grupo, constituido principalmente por expertos del INSMET en contaminación del aire, química atmosférica y clima, asume las actividades metodológicas, los cálculos de emisiones e incertidumbres, las determinaciones de categorías principales, el diseño y aplicación de los sistemas de control y aseguramiento de calidad, la preparación de las bases de datos y utilización del software para el inventario, la redacción de los módulos del inventario y la preparación del reporte integrado del mismo.

El segundo grupo, constituido por expertos de la ONEI, asume la tarea de la captación de la mayor parte de los datos de actividad necesarios para la preparación del inventario. En este grupo participan expertos en estadísticas de los diferentes sectores que conforman el inventario.

⁶ En este reporte se utiliza el término genérico “parámetros de emisión” para englobar tanto a los factores de emisión como a otros coeficientes y parámetros que se utilizan en los diferentes métodos para el cálculo de la emisión. En ocasiones se mencionan los factores de emisión cuando en el método de cálculo solo se utilizan estos.

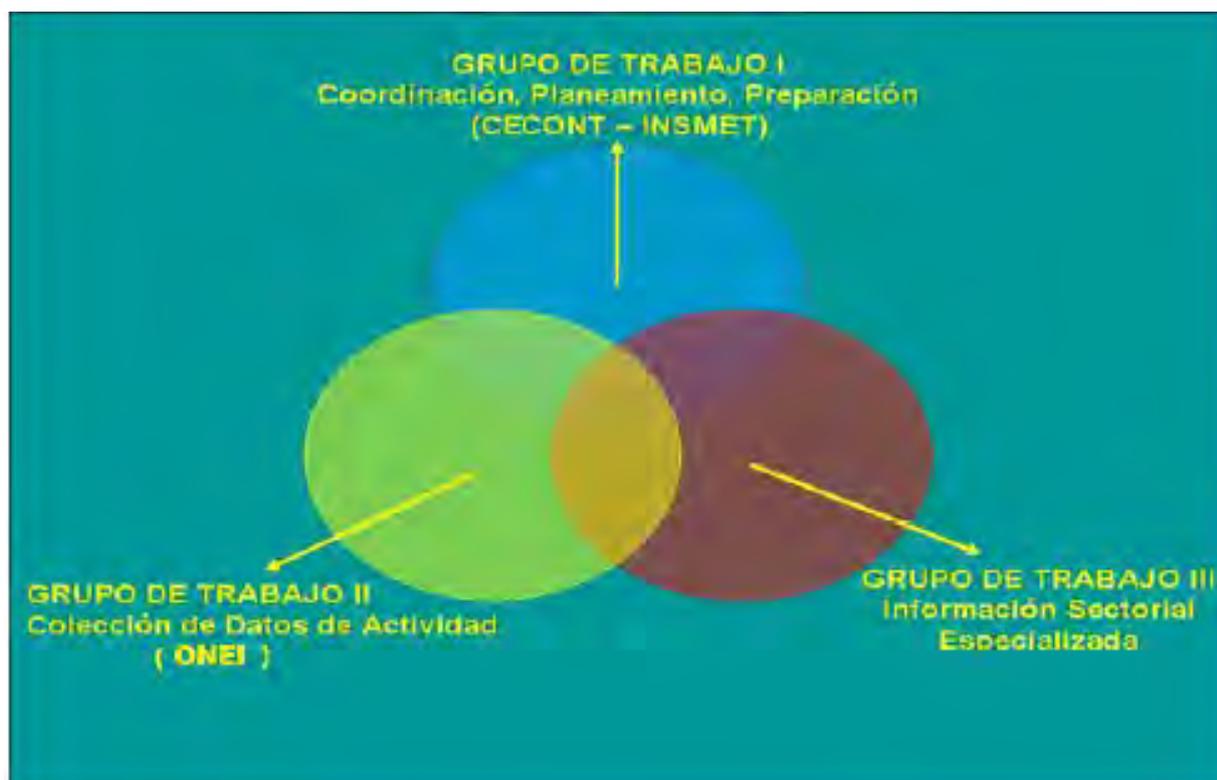


Figura 2.1 Estructura del Equipo Técnico de Gases de Invernadero.



Figura 2.2 Composición del Equipo Técnico de Gases de Invernadero.

El tercer grupo de trabajo está integrado por expertos de diferentes organismos e instituciones del país, vinculadas a los distintos módulos del inventario y que

participan brindando información especializada de sus sectores o asumiendo la estimación de las emisiones en varias categorías.

En la Figura 2.3 aparece un esquema con el flujo de datos, productos y los pasos generales principales que se siguen en la preparación y reporte del inventario desde la captación de datos y su procesamiento, los cálculos de emisiones y remociones, los controles de calidad y determinación de las incertidumbres de los resultados, la preparación de los módulos y el reporte así como las diferentes fases del proceso de revisión interno y externo del reporte antes de su transmisión como documento oficial de Cuba a la CMNUCC y su publicación.



Figura 2.3 Esquema con el flujo de datos, productos, y los pasos generales principales que se siguen en la preparación y reporte del inventario.

2.1.7 Consistencia del Inventario

En Cuba, la preparación de inventarios de emisiones y remociones de GEI se concibe como un proceso permanente y de continua actualización, derivado en buena medida de la introducción periódica de nuevos conocimientos, que mejoran los métodos de cálculo o posibilitan una mejor selección y captación de los datos de actividad utilizados.

De acuerdo con los principios establecidos por la CMNUCC en las Guías de Reporte de los Inventarios Anuales, éstos deben ser transparentes, consistentes, comparables, completos y seguros. La consistencia significa que un reporte debe ser internamente consistente, en todos sus elementos, con los correspondientes a años anteriores. Lo anterior significa que se utilizan las mismas metodologías para el año base y los años subsecuentes y las series de datos son consistentes para estimar las emisiones y remociones desde las fuentes y sumideros.

En esta nueva versión del inventario se introducen criterios metodológicos o parámetros de emisión más actuales en determinadas categorías, especialmente derivados de las guías IPCC 2006 y CORINAIR 2007. También se han obtenido nuevos y mejores datos de actividad en otras categorías.

Las Guías de Reporte de la CMNUCC indican que cuando se producen cambios, por ejemplo, metodológicos, de datos de actividad, coeficientes etc., los reportes previos del inventario deberán ser recalculados utilizando la nueva metodología establecida, para asegurar la consistencia de la serie temporal. Para cumplir con ese objetivo, en el presente inventario se procedió a recalcular las emisiones estimadas anteriormente para los años 1990, 1994, 1996, 1998, así como para 2000 y 2002 (versión preliminar) en aquellas categorías donde se produjo alguno cambios descritos previamente. Con el recálculo, se asegura la consistencia de la serie temporal considerada como la “mejor estimación” de emisiones obtenidas hasta la fecha.

2.1.8 Identificación de las Categorías Principales o Claves

Constituye una “buena práctica” para cada equipo encargado del inventario la identificación de las categorías principales de una forma sistemática y objetiva. Una categoría principal es aquella que está priorizada dentro del sistema del inventario nacional, debido a que el valor de su emisión (o remoción) tiene un peso significativo en el inventario de GEI directos del país, en términos del nivel absoluto de sus emisiones/remociones, la tendencia en las emisiones/remociones o en ambos aspectos (nivel y tendencia).

En este caso, la identificación de categorías principales se realiza siguiendo los métodos proporcionados en las guías IPCC-GPG 2000 y está dirigida solamente a las categorías de fuentes principales, dado que para la selección de las categorías de sumideros principales es preciso utilizar la estructura recogida en las guías IPCC - GPG LULUCF 2003, para el sector de Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura. Vale recordar que, para ese sector, en el presente inventario se utilizan la estructura y categorías incluidas en las guías IPCC 1996.

En las guías IPCC-GPG 2000 se proporcionan métodos de nivel 1 y 2 para la determinación cuantitativa de las categorías principales. El método de nivel 1 toma en cuenta la influencia que ejerce cada categoría de fuente en el nivel general de las emisiones y la influencia de su tendencia. Este método fue utilizado en el inventario de Cuba, aplicando tanto el criterio del nivel como el de tendencia, para el 1990 como año base. El análisis se basó en las emisiones expresadas en equivalentes de CO₂ (CO₂eq) para los gases de efecto invernadero directo evaluados en el inventario (CO₂, CH₄ y N₂O).

Cuando se usa el método de nivel 1, las categorías principales de fuentes se identifican en función de un umbral acumulativo de emisiones predeterminado, cuya estimación persigue el objetivo de establecer un nivel general donde el 90% de la incertidumbre del inventario esté cubierta por categorías principales.

Para cada año evaluado se determinaron entre 12 y 14 categorías principales. Por orden de importancia (varía ligeramente de un año a otro) arroja el siguiente resultado:

- Emisiones de CO₂ de las industrias de la energía (sector energía)
- Emisiones de CO₂ de las industrias manufactureras y la construcción (sector energía)
- Emisiones de CH₄ de la fermentación entérica en el ganado doméstico (sector agricultura).
- Emisiones de N₂O de los suelos agrícolas (sector agricultura)
- Emisiones de CO₂ de la categoría de “otras fuentes de combustión” (sector energía)
- Emisiones fugitivas de CH₄ de la industria del petróleo y gas natural (sector energía)
- Emisiones de CO₂ del sector residencial (sector energía).
- Emisiones de CO₂ del sector del transporte (sector energía).
- Emisiones de CO₂ de la producción de cemento (procesos industriales).
- Emisiones de CH₄ de los sitios de deposición de desechos sólidos (sector desechos).
- Emisiones de CO₂ del sector de la agricultura, silvicultura y pesca (sector energía).
- Emisiones de CH₄ del tratamiento y eliminación de las aguas residuales domésticas y comerciales (sector desechos).

Además se identificaron otras categorías principales, pero ya con menor aporte relativo. En el sector de Cambio de Uso de la Tierra y la Silvicultura, las remociones de CO₂ debidas al crecimiento de la biomasa en bosques pudieran considerarse también como una categoría principal en Cuba.

2.1.9 Evaluación de Calidad e Incertidumbres

En el Módulo 7 del reporte se detallan todas las acciones desarrolladas para controlar y asegurar la calidad de los estimados de emisiones realizados. Es una “buena práctica” implementar procedimientos de aseguramiento/garantía y control de calidad (AC/CC) en el desarrollo de inventarios nacionales de GEI. Un programa AC/CC contribuye a los objetivos de las guías IPCC –GPG-2000 y las IPCC-GPG LULUCF 2003 de mejorar la transparencia, consistencia, comparabilidad, exhaustividad y confianza en los estimados de emisiones de los inventarios. En este reporte de inventario se implementaron procedimientos generales de aseguramiento y control de calidad tanto de nivel 1 como de nivel 2 (en este último nivel especialmente para las categorías principales y otras categorías donde tuvieron lugar revisiones significativas de métodos y datos).

También en el Módulo 7 se presenta de forma detallada la determinación y evaluación de las incertidumbres de las emisiones calculadas. Para esto se aplicaron las recomendaciones establecidas en las guías IPCC 1996 y las IPCC - GPG 2000. En las IPCC-GPG 2000, se incluyen dos métodos (nivel 1 y nivel 2) para

realizar el cálculo de las incertidumbres en los estimados de emisiones para cada categoría de fuente del inventario y GEI, así como la incertidumbre general para las emisiones totales del país y su tendencia en cada año evaluado. Se considera como una “buena práctica” determinar y reportar los resultados con el método de nivel 1, y si se dispone de recursos suficientes, aplicar también el método de nivel 2.

En el presente reporte del inventario se aplica el método de nivel 1. La información sobre incertidumbres no está destinada a disputar la validez de los estimados del inventario, sino para ayudar a priorizar los esfuerzos en la mejora de la seguridad de este en el futuro y guiar las decisiones acerca de las elecciones metodológicas.

De los GEI de efecto invernadero directo evaluados, las incertidumbres asociadas a las emisiones de CO₂, tanto a nivel del país como para las categorías de fuentes, resultaron bajas. Ya para el CH₄, los niveles de incertidumbre en los estimados a nivel nacional pasan a moderados, y para el N₂O son elevados, aunque este incremento está influido de forma determinante por el peso que tienen ciertas categorías de fuentes en las emisiones de estos dos últimos GEI. Por ejemplo, para Cuba, los mayores aportes a las incertidumbres en las emisiones de CH₄ proceden de las emisiones fugitivas de las actividades del petróleo y el gas natural y también de la disposición en la tierra de los desechos sólidos. Otras categorías de fuentes para este GEI tienen baja incertidumbre. Por otra parte, para el N₂O las incertidumbres altas se asociaron casi completamente con las emisiones procedentes de los suelos agrícolas, pues en el resto de las categorías de fuentes presentaron incertidumbres bajas.

2.2 Resumen de las emisiones y remociones por gases y sectores

2.2.1 Emisiones Brutas

En las emisiones brutas no se incluyen las emisiones y remociones de GEI derivadas del sector de Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura. Con relación a los GEI directos, predominan de forma notable las emisiones de CO₂, seguidas por el CH₄ y el N₂O. Entre los gases precursores, el CO y el SO₂ poseen los mayores volúmenes de emisiones. En el período, dichas emisiones (Tabla 2.1) disminuyeron para algunos de los gases, mientras que en otros se incrementaron al final de este después de la disminución experimentada en la década de los 90.

Tabla 2.1 Emisiones brutas* por gases (Gg). Cuba. Años pares 1990 – 2002.

Año	GEI						
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NOx	CO	COVDM	SO ₂
1990	33 899,59	348,51	20,71	139,71	1141,98	195,69	477,49
1992	21 598,81	348,46	14,03	92,57	972,83	143,75	349,14
1994	22 193,47	342,59	10,33	84,95	645,62	88,47	401,90
1996	26 382,13	352,06	11,47	103,63	662,09	108,27	444,30
1998	27 973,77	354,77	11,64	97,00	545,99	98,02	462,72
2000	26 586,22	365,81	11,06	96,81	594,92	432,46	513,64
2002	24 892,94	398,34	9,82	83,82	484,50	283,52	622,51

* No se consideran las emisiones y remociones de GEI procedentes del cambio del uso de la tierra y la silvicultura.

De los GEI directos, en 2002 las emisiones brutas de CO₂ fueron un 26,6% menor que en el año base (1990), y las de N₂O, un 52,6% más bajas. Por el contrario, las emisiones brutas de CH₄ fueron un 14,3% mayor en 2002 que en 1990. Para los gases precursores se observaron importantes reducciones en las emisiones de NOx y CO, mientras que hubo incrementos en los COVDM y el SO₂. Con relación a los sectores, predominan las emisiones derivadas de la energía, especialmente relacionadas con el CO₂ y algunos gases precursores, mientras que para el CH₄ los mayores aportes provienen del sector de la Agricultura, seguido por los sectores de Desechos y Energía. La mayor parte de las emisiones de N₂O ocurren en el sector de la Agricultura. A manera de ejemplo, y con un comportamiento que tiende a repetirse en todos los años evaluados, en las Tablas 2.2 y 2.3 se muestran las emisiones brutas de GEI por sectores para los años 2000 y 2002.

Tabla 2.2 Emisiones brutas* de GEI por sectores (Gg). Cuba. Año 2000.

Sector	GEI						
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NOx	CO	COVDM	SO ₂
Energía	25 342,12	78,24	0,71	95,35	554,99	23,20	506,02
Procesos Industriales	1241,53	0,00	0,15	0,38	2,96	390,91	7,61
Uso de Solventes y Otros Productos	NA	NA	NE	NA	NA	18,27	NA
Agricultura	NA	195,48	9,72	1,05	36,95	NA	NA
Desechos	2,56	92,09	0,48	0,03	0,02	0,08	0,01
Total	26 586,22	365,81	11,06	96,81	594,92	432,46	513,64

* No se consideran las emisiones y remociones de GEI procedentes del cambio del uso de la tierra y la silvicultura. NA – No aplicable; NE – No estimado por falta de datos de actividad.

Tabla 2.3 Emisiones brutas* de GEI por sectores (Gg). Cuba. Año 2002.

Sector	GEI						
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NOx	CO	COVDM	SO ₂
Energía	23 570,90	112,22	0,60	82,75	451,56	18,90	614,47
Procesos Industriales	1318,51	0,00	0,06	0,16	2,38	246,65	8,02
Uso de Solventes y Otros Productos	NA	NA	NE	NA	NA	17,85	NA
Agricultura	NA	190,16	8,58	0,87	30,53	NA	NA
Desechos	3,53	95,97	0,56	0,04	0,03	0,12	0,02
Total	24 892,94	398,34	9,82	83,82	484,50	283,52	622,51

* No se consideran las emisiones y remociones de GEI procedentes del cambio del uso de la tierra y la silvicultura. NA – No aplicable; NE – No estimado por falta de datos de actividad.

En el sector de Energía se estiman las contribuciones de CO₂ por la categorías de fuente bunkers internacionales (combustibles utilizados en los viajes internacionales de aeronaves y embarcaciones). Estas emisiones se presentan solamente para información y no se incluyen en los totales de este módulo ni del país.

Para la estimación de emisiones de CO₂ debido a la quema de combustible fósil en las guías IPCC 1996 y las IPCC-GPG 2000 se proporcionan tres métodos: dos métodos de Nivel 1 (el método de referencia y el método sectorial) y un método Nivel 2/Nivel 3 (un enfoque detallado basado en las tecnologías que se utilizan y que también se denomina “método abajo – arriba”). Para la elección del método a utilizar, se siguió el árbol de decisión indicado en la Figura 2.1 de las guías IPCC-GPG 2000. Este análisis verificó que el método posible a utilizar es el de Nivel 1 (sectorial), aplicándole las correcciones establecidas (oxidación y carbono almacenado). Los resultados que se proporcionan sobre el método de referencia son solamente como información y no se utilizó como vía de control aunque en general la comparación entre estos resultados y los del método sectorial son aceptables excepto para los años 1996 y 1998 en que la diferencia supera ligeramente el 5%.

En la Figura 2.4 se muestran las diferencias de los resultados obtenidos al aplicar los métodos de Referencia y Sectorial para la estimación de las emisiones de CO₂ derivadas de la quema de combustibles.

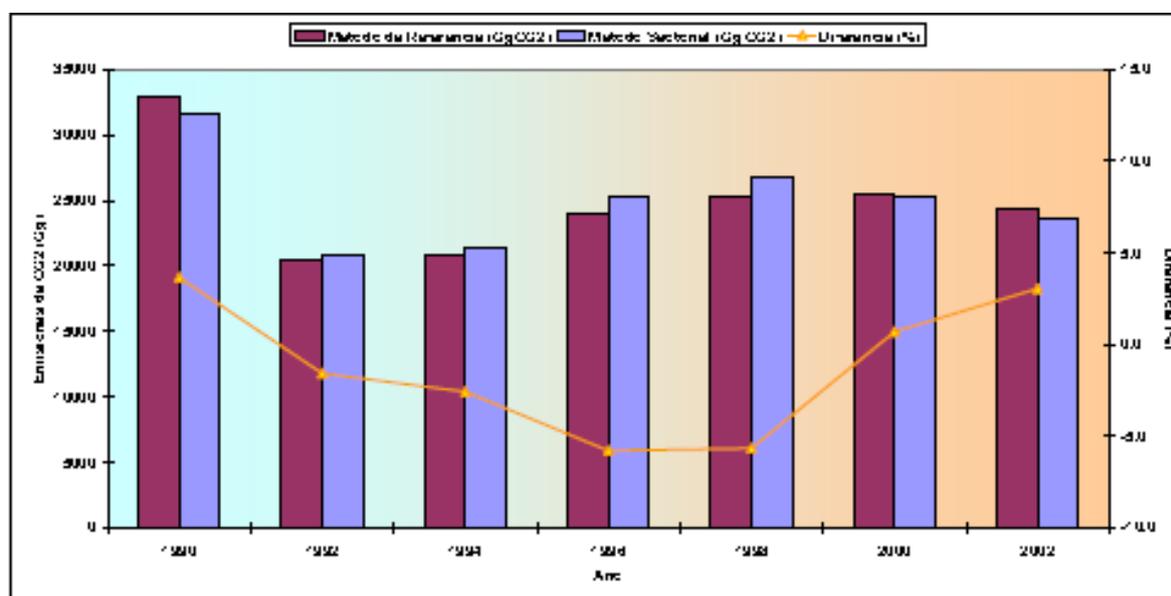


Figura 2.4 Estimación de emisiones de CO₂ derivadas de la quema de combustibles fósiles utilizando los métodos Sectorial y de Referencia (método de control). Cuba, años pares del período 1990 - 2002.

En las Figuras 2.5 a la 2.7 se muestra el comportamiento de la tendencia de las emisiones brutas de cada GEI determinado en el inventario por categorías de fuentes. Para el CO₂ (Figura 2.5) puede apreciarse el peso que tienen en las emisiones las industrias de la energía y la quema de combustibles para energía, en las industrias manufactureras y la construcción. En el caso del CH₄ (Figura 2.6), que es el único de los gases de efecto invernadero directo en el país con una tendencia al incremento en sus emisiones, estas son dominadas por aquellas derivadas de la fermentación entérica en el ganado doméstico, aunque las emisiones fugitivas de este gas vienen incrementando su importancia, derivadas de las actividades del petróleo y gas natural. También resultan de interés las emisiones de CH₄

provenientes de los vertederos de desechos sólidos y el tratamiento de las aguas residuales.

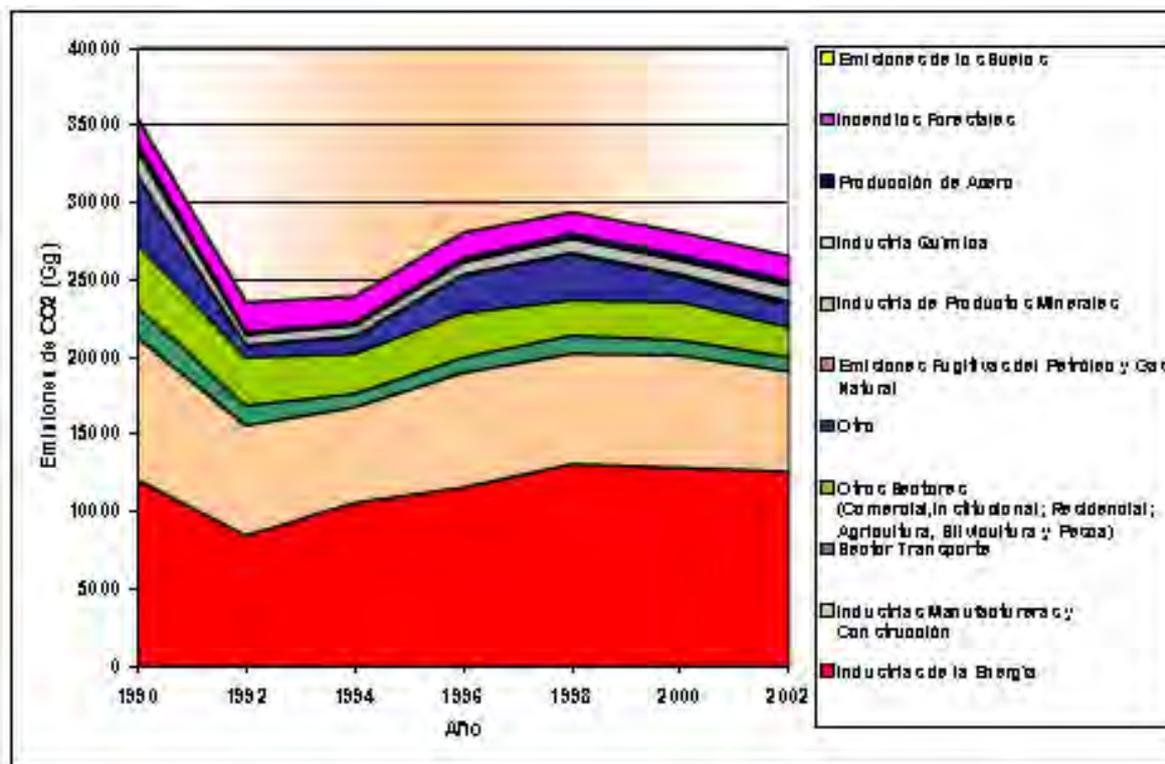


Figura 2.5 Comportamiento de las emisiones de CO₂ por categorías de fuentes (Gg). Cuba, período 1990 – 2002.

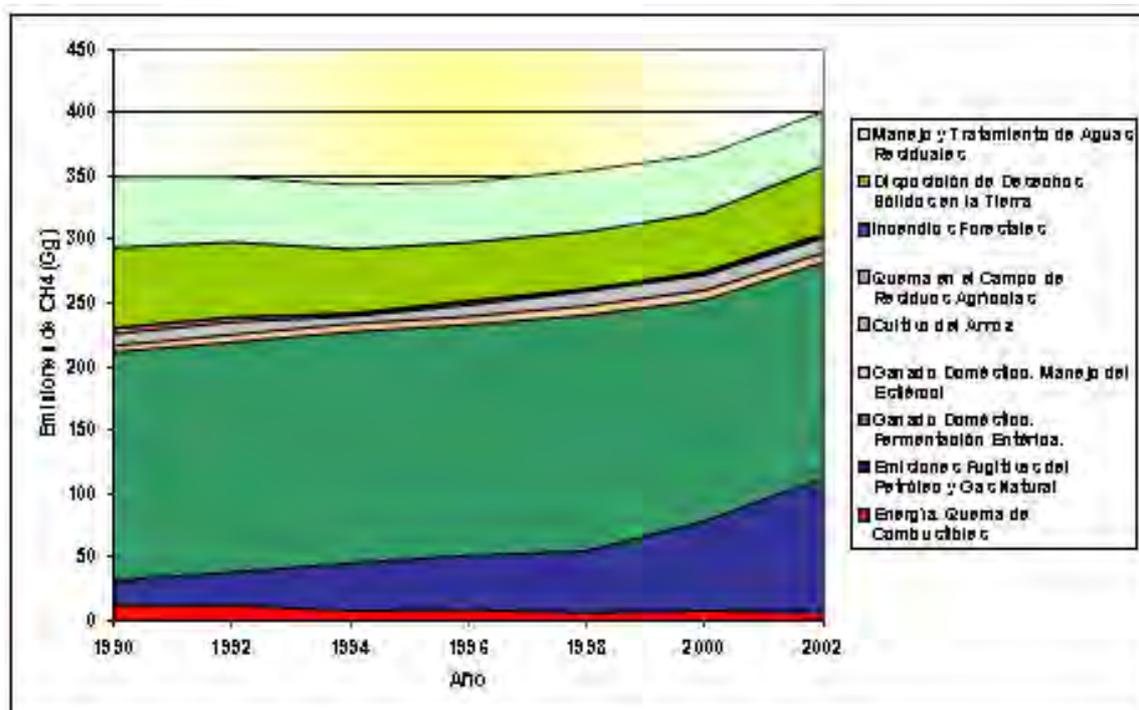


Figura 2.6 Comportamiento de las emisiones de CH₄ por categorías de fuentes (Gg). Cuba, período 1990 – 2002.

Con relación al N_2O (Figura 2.7), las emisiones de este GEI son dominadas casi totalmente por las provenientes de los suelos agrícolas. Otras categorías de fuentes, entre estas el transporte, aportan emisiones menores de este GEI.

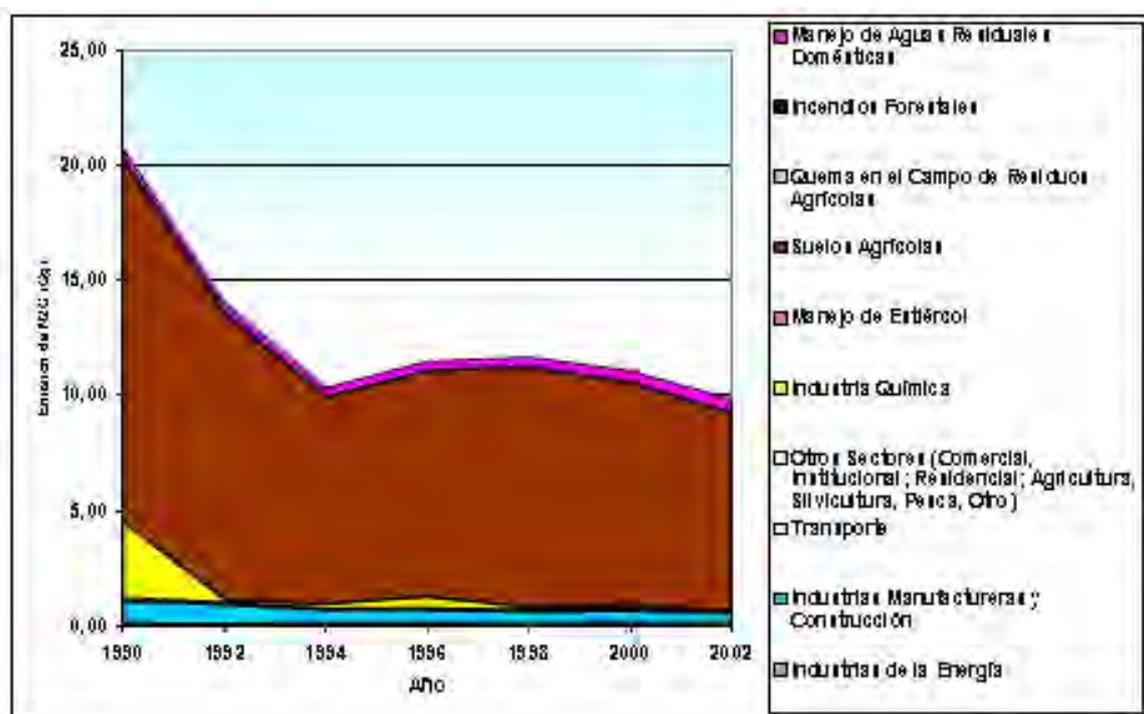


Figura 2.7 Comportamiento de las emisiones de N_2O por categorías de fuentes (Gg). Cuba, período 1990 – 2002.

El resumen por categorías de fuentes del comportamiento de las emisiones de los GEI indirecto (gases precursores) se muestra en las Figuras 2.8 y 2.9. Estos gases son también importantes contaminantes atmosféricos, por lo que la información reviste también interés para la vigilancia de la calidad del aire.

Para el caso de los NO_x (Figura 2.8), las principales emisiones proceden de la quema de combustibles fósiles en las industrias de la energía, el sector de industrias manufactureras y la construcción, el sector del transporte y otros sectores (comercial institucional, residencial etc.). El resto de las categorías genera menores emisiones. Por otra parte (Figura 2.9), las emisiones de CO , derivadas en buena medida de combustiones incompletas en la quema de combustibles, han tenido también en el período una fuerte tendencia a la disminución, comportamiento que está dominado por la reducción observada en el sector de industrias manufactureras y la construcción (muy influida por la disminución en el volumen del bagazo de caña utilizado para energía en la industria azucarera).

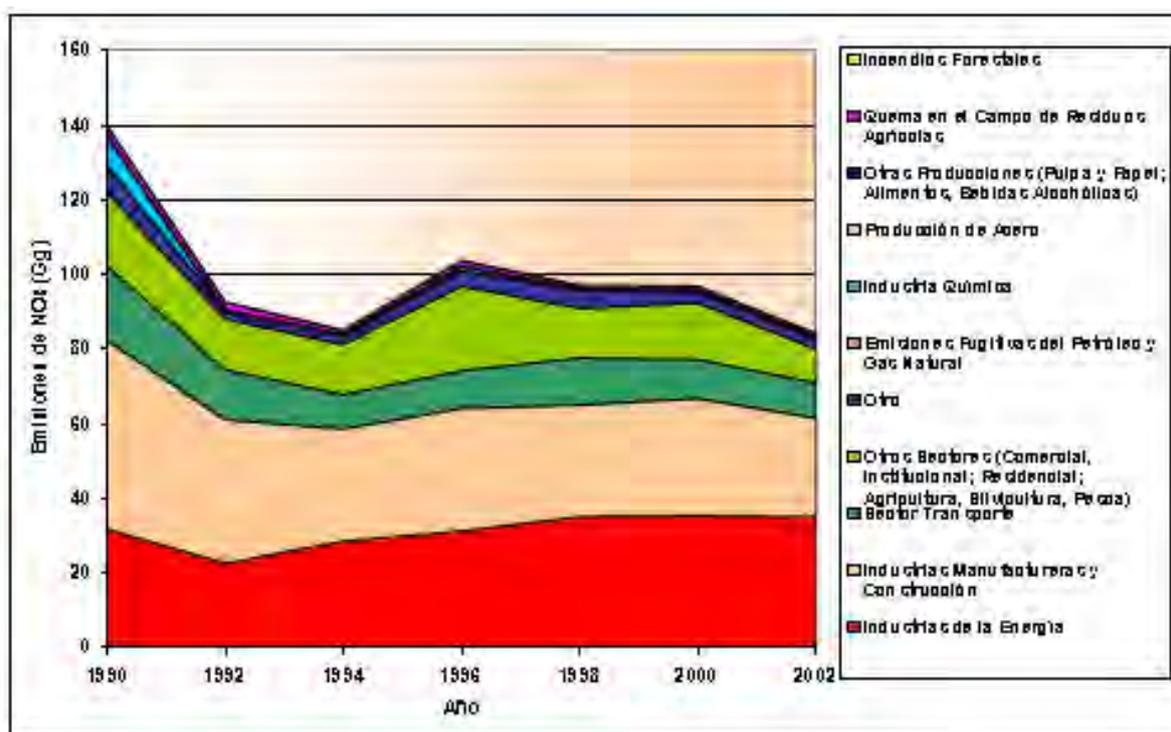


Figura 2.8 Comportamiento de las emisiones de NOx por categorías de fuentes (Gg). Cuba, período 1990 – 2002.

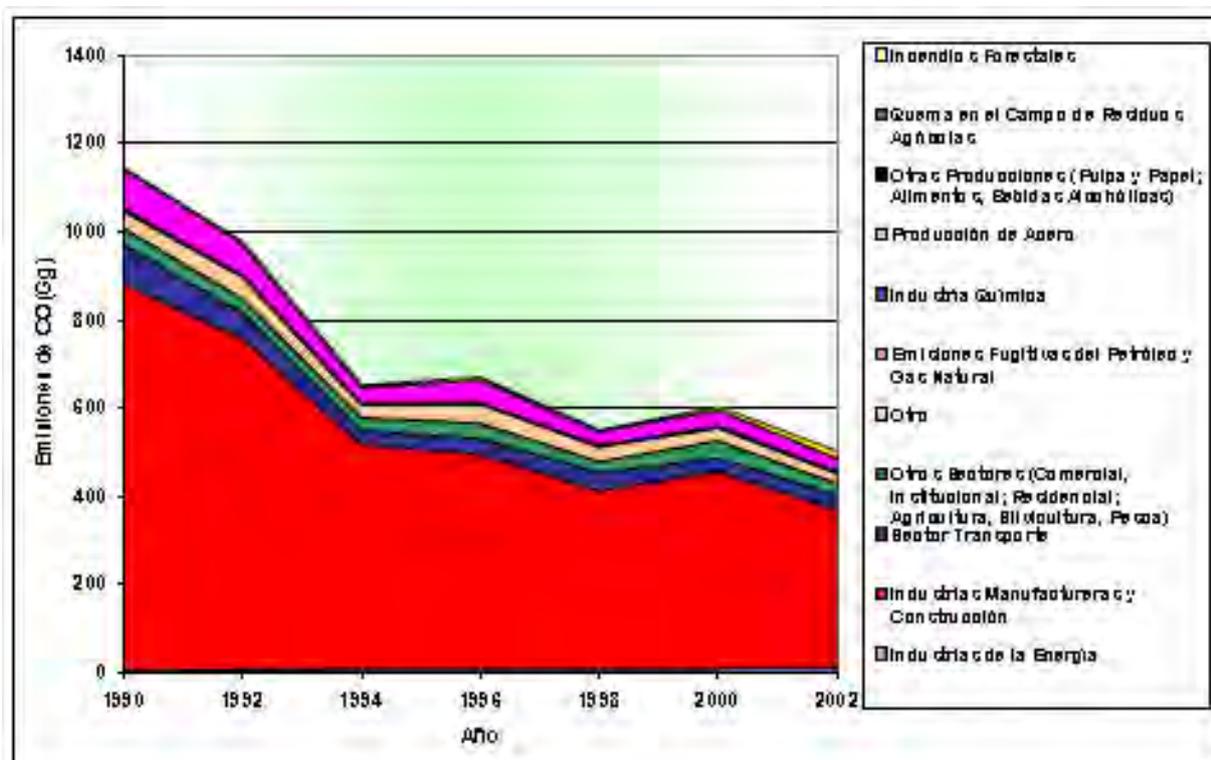


Figura 2.9 Comportamiento de las emisiones de CO por categorías de fuentes (Gg). Cuba, período 1990 – 2002.

Con relación a los Compuestos Orgánicos Diferentes del Metano (COVDM), estas emisiones son bajas y contribuyen a ellas una variedad de procesos industriales y actividades que utilizan disolventes. De los gases precursores, solamente el SO₂ muestra una tendencia al crecimiento en las emisiones (Figura 2.10). Su causa principal es el incremento en la utilización de petróleo crudo nativo, con un alto contenido de azufre, en las industrias de la energía, manufactureras y la construcción, entre estas últimas en la producción de cemento.

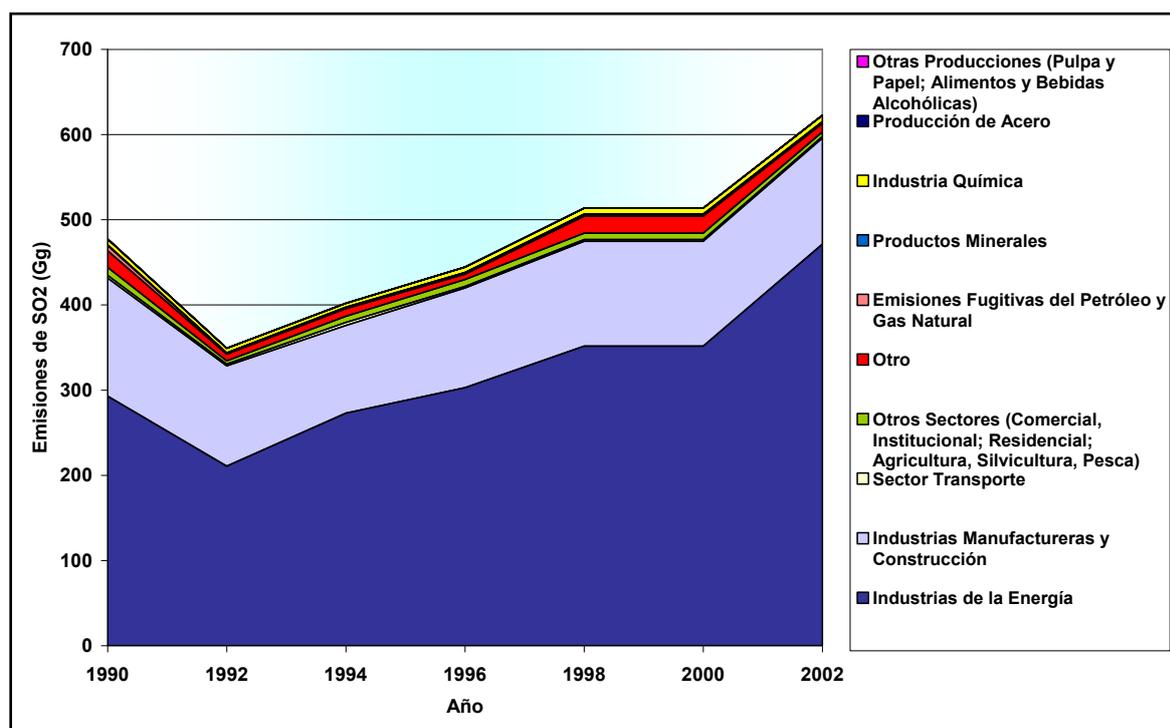


Figura 2.10 Comportamiento de las emisiones de SO₂ por categorías de fuentes (Gg). Cuba, período 1990 – 2002.

2.2.2 Emisiones Netas

A diferencia de las emisiones brutas, en la determinación de las emisiones netas se incluyen las emisiones y remociones de GEI del sector de Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura. En Cuba, las remociones de CO₂ por el crecimiento de la biomasa en los bosques superan de forma notable a las emisiones que se producen en estos por las extracciones de madera y otras causas. El efecto de estas remociones netas en ese sector trae como consecuencia que en las emisiones netas de CO₂ (Tabla 2.4) aparezcan importantes reducciones, al compararlas con las emisiones brutas presentadas en la Tabla 2.1.

En otros gases precursores, como los NO_x y el CO, las emisiones netas crecieron en comparación con las emisiones brutas, pero solo ligeramente. A manera de ejemplo del comportamiento descrito anteriormente, y que de forma cercana se repite en todos los años evaluados, en las Tablas 2.5 y 2.6 se muestran las emisiones netas de GEI por sectores para los años 2000 y 2002.

Tabla 2.4 Emisiones netas* por gases (Gg). Cuba, años pares 1990 – 2002.

Año	GEI						
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
1990	23 295,0	348,83	20,71	139,79	1144,74	195,69	477,49
1992	9740,9	348,91	14,03	92,68	976,74	143,75	349,14
1994	9394,09	343,21	10,33	85,10	651,03	88,47	401,90
1996	13237,02	352,94	11,47	103,84	669,77	108,27	444,30
1998	15117,34	355,19	11,65	97,10	549,64	98,02	462,72
2000	14080,55	366,71	11,07	97,03	602,81	432,46	513,64
2002	11698,62	400,36	9,82	84,32	502,15	283,52	622,51

* Se consideran las emisiones y remociones de GEI procedentes del cambio del uso de la tierra y la silvicultura.

Tabla 2.5 Emisiones netas* de GEI por sectores (Gg). Cuba. Año 2000.

Sector	GEI							
	CO ₂ emisiones	CO ₂ remociones	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
Energía	25 342,12	0,00	78,24	0,71	95,35	554,99	23,20	506,02
Procesos Industriales	1241,53	0,00	0,00	0,15	0,38	2,96	390,91	7,61
Uso de Solventes y Otros Productos	NA	NA	NA	NE	NA	NA	18,27	NA
Agricultura	NA	NA	195,48	9,72	1,05	36,95	NA	NA
Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (2)	0,00	-12505,67	0,90	0,01	0,22	7,89	NA	NA
Desechos	2,56	NA	92,09	0,48	0,03	0,02	0,08	0,01
Total	26 586,22	-12 505,67	366,71	11,07	97,03	602,81	432,46	513,64

* Se consideran las emisiones y remociones de GEI procedentes del cambio del uso de la tierra y la silvicultura. NA – No aplicable; NE – No estimado por falta de datos de actividad. 2) Los valores con signo negativo indican remociones netas.

Tabla 2.6 Emisiones netas* de GEI por sectores (Gg). Cuba. Año 2002.

Sector	GEI							
	CO ₂ emisiones	CO ₂ remociones	CH ₄	N ₂ O	NOx	CO	COVDM	SO ₂
Energía	23 570,90	0,00	112,22	0,60	82,75	451,56	18,90	614,47
Procesos Industriales	1 318,51	0,00	0,00	0,06	0,16	2,38	246,65	8,02
Uso de Solventes y Otros Productos	NA	NA	NA	NE	NA	NA	17,85	NA
Agricultura	NA	NA	190,16	8,58	0,87	30,53	NA	NA
Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (2)	0,00	-13194,32	2,02	0,01	0,50	17,65	NA	NA
Desechos	3,53	NA	95,97	0,56	0,04	0,03	0,12	0,02
Total	24 892,94	-13 194,32	400,36	9,82	84,32	502,15	283,52	622,51

* Se consideran las emisiones y remociones de GEI procedentes del cambio del uso de la tierra y la silvicultura. NA – No aplicable; NE – No estimado por falta de datos de actividad. 2) Los valores con signo negativo indican remociones netas.

2.2.3 Reporte del Inventario

En la decisión 17/CP.8 (CMNUCC, 2002), se alienta a todas las Partes no incluidas en el Anexo I a que utilicen las Tablas 1 y 2 incluidas en las guías para la preparación de sus comunicaciones nacionales con el objetivo de reportar sus inventarios nacionales de GEI. En las tablas 2.7, 2.8 y 2.9 se incluyen esas tablas actualizadas para los años 1990, 2000 y 2002⁷. Los detalles para las categorías y subcategorías deben verse en los módulos correspondientes del reporte del inventario.

La Tabla 2 de las mencionadas guías se refiere a las emisiones de HFCs, PFCs y SF₆, que no pudieron calcularse en el inventario debido a que no se dispuso de los datos de actividad necesarios. Dada esta situación, se incluye solo una tabla que engloba todos los años evaluados (Tabla 2.10 en este capítulo).

⁷ En el reporte del inventario aparecen estas tablas para todos los años pares del período 1990 – 2002.

Tabla 2.7 Inventario Nacional de GEI (Gg). Cuba. Año 1990.

Categorías de fuentes y sumideros	CO ₂ Emisiones	CO ₂ Remociones	CH ₄	N ₂ O	NOx	CO	COVDM	SO ₂
<i>Total nacional de emisiones y remociones</i>	33 899,59	-10 604,59	348,83	20,71	139,79	1 144,74	195,69	477,49
1. Energía	31 699,41	0,00	31,74	1,20	129,12	1 047,29	42,81	469,76
<i>A. Quema de combustibles (sectorial)</i>	31 661,66		12,36	1,20	128,73	1 046,70	38,75	463,67
1. Industrias de la Energía	12 054,19		0,48	0,10	31,69	2,38	0,79	292,87
2. Industrias Manufactureras y Construcción	9 191,92		6,98	0,97	50,61	878,71	11,81	138,60
3. Transporte	1 968,85		0,27	0,02	19,95	88,49	16,80	3,13
4. Otros sectores	4 067,03		1,61	0,05	19,55	37,10	4,39	9,52
5. Otros	4 379,66		3,02	0,07	6,92	40,02	4,94	19,55
<i>B. Emisiones fugitivas de los combustibles</i>	37,75		19,38	0,00	0,39	0,59	4,06	6,09
1. Combustibles sólidos			NO		NO	NO	NO	NO
2. Petróleo y gas natural	37,75		19,38	0,00	0,39	0,59	4,06	6,09
2. Procesos industriales	2 200,18	0,00	0,00	3,32	8,01	3,82	137,17	7,73
<i>A. Productos minerales</i>	1 653,09				0,00	0,00	53,96	0,87
<i>B. Industria química</i>	281,50		0,00	3,32	7,96	1,38	0,82	6,74
<i>C. Producción de metales</i>	265,59		0,00	0,00	0,01	2,25	0,04	0,03
<i>D. Otras producciones</i>	0,00		0,00	0,00	0,03	0,19	82,35	0,09
<i>E. Producción de halocarburos y SF₆</i>								
<i>F. Consumo de halocarburos y SF₆</i>								
<i>G. Otros</i>	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3. Uso de solventes y otros productos	0,00			NE			15,71	
4. Agricultura			198,23	15,73	2,58	90,87	0,00	NA
<i>A. Fermentación entérica</i>			179,59					
<i>B. Manejo del estiércol</i>			5,02	0,03			NA	
<i>C. Cultivo del arroz</i>			9,29				NA	
<i>D. Suelos agrícolas</i>			NA	15,63			NA	
<i>E. Quemadas prescritas de sabanas</i>			NO	NO	NO	NO	NO	
<i>F. Quema en el campo de residuos agrícolas</i>			4,33	0,07	2,58	90,87	NA	
<i>G. Otros</i>			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Categorías de fuentes y sumideros	CO₂ Emisiones	CO₂ Remociones	CH₄	N₂O	NOx	CO	COVDM	SO₂
5. Cambio de uso de la tierra y silvicultura	0,00	-10 604,59	0,32	0,00	0,08	2,76	NA	NA
A. Cambios en bosques y otras reservas de biomasa leñosa	0,00	-12 171,95						
B. Conversión de bosques y pastizales	1 524,85	0,00	0,32	0,00	0,08	2,76		
C. Abandono de tierras manejadas		NO						
D. Emisiones y remociones de CO ₂ del suelo	42,50	NE						
E. Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
6. Desechos	NE		118,54	0,46	NE	NE	NE	NE
A. Disposición de desechos sólidos en la tierra			63,33		0,00		0,00	
B. Manejo de aguas residuales			55,21	0,46	NA	NA	NA	
C. Incineración de desechos	NE		NE	NE	NE	NE	NE	NE
D. Otros			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7. Otras	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Partidas pro memoria (1):								
Depósitos internacionales	1 057,47		0,14	0,03	4,28	5,55	2,33	0,28
Aviación	863,15		0,13	0,03	0,43	2,98	1,81	0,27
Marina	194,32		0,01	0,00	3,86	2,57	0,51	0,00
Emisiones de CO ₂ de la biomasa	20 393,77							

NO– No ocurre. NE–No estimado. No aplicable (sombreado en el cuerpo de la tabla). 1–No se incluyen en el total del Inventario. Los valores con signo negativo indican remociones netas.

Tabla 2.8 Inventario Nacional de GEI (Gg). Cuba. Año 2000.

Categorías de fuentes y sumideros	CO ₂ Emisiones	CO ₂ Remociones	CH ₄	N ₂ O	NOx	CO	COVDM	SO ₂
Total nacional de emisiones y remociones	26 586,22	-12 505,67	366,71	11,07	97,03	602,81	432,46	513,64
1. Energía	25 342,12	0,00	78,24	0,71	95,35	554,99	23,20	506,02
A. Quema de combustibles (sectorial)	25 189,26		7,77	0,71	95,22	554,80	20,49	504,06
1. Industrias de la Energía	12 806,08		0,66	0,12	35,27	8,29	1,17	351,54
2. Industrias Manufactureras y Construcción	7 272,87		3,58	0,51	31,51	446,78	6,12	123,05
3. Transporte	989,40		0,06	0,01	10,40	30,25	5,79	2,06
4. Otros sectores	2 480,93		1,73	0,04	15,17	39,30	4,65	7,37
5. Otros	1 639,99		1,74	0,03	2,86	30,19	2,76	20,06
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	152,86		70,47	0,00	0,13	0,19	2,71	1,96
1. Combustibles sólidos			NO		NO	NO	NO	NO
2. Petróleo y gas natural	152,86		70,47	0,00	0,13	0,19	2,71	1,96
2. Procesos industriales	1 241,53	0,00	0,00	0,15	0,38	2,96	390,91	7,61
A. Productos minerales	879,69				0,00	0,00	341,54	0,47
B. Industria química	14,90		0,00	0,15	0,36	0,00	0,00	7,09
C. Producción de metales	346,94		0,00	0,00	0,02	2,95	0,06	0,04
D. Otras producciones	0,00		0,00	0,00	0,00	0,02	49,31	0,01
E. Producción de halocarburos y SF ₆								
F. Consumo de halocarburos y SF ₆								
G. Otros	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3. Uso de solventes y otros productos	0,00			NE			18,27	
4. Agricultura			195,48	9,72	1,05	36,95	NA	NA
A. Fermentación entérica			174,14					
B. Manejo del estiércol			7,57	0,03			NA	
C. Cultivo del arroz			12,01				NA	
D. Suelos agrícolas			NA	9,66			NA	
E. Quemas prescritas de sabanas			NO	NO	NO	NO	NO	
F. Quema en el campo de residuos agrícolas			1,76	0,03	1,05	36,95	NA	
G. Otros			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Categorías de fuentes y sumideros	CO ₂ Emisiones	CO ₂ Remociones	CH ₄	N ₂ O	NOx	CO	COVDM	SO ₂
5. Cambio de uso de la tierra y silvicultura	0,00	-12 505,67	0,90	0,01	0,22	7,89	NA	NA
A. Cambios en bosques y otras reservas de biomasa leñosa	0,00	-13 979,25						
B. Conversión de bosques y pastizales	1 473,13	0,00	0,90	0,01	0,22	7,89		
C. Abandono de tierras manejadas		NO						
D. Emisiones y remociones de CO ₂ del suelo	0,45	NE						
E. Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
6. Desechos	2,56		92,09	0,48	0,03	0,02	0,08	0,01
Disposición de desechos sólidos en la tierra			46,17		0,00		0,00	
B. Manejo de aguas residuales			45,92	0,48	NA	NA	NA	
C. Incineración de desechos	2,56			0,0012	0,03	0,02	0,08	0,01
D. Otros			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7. Otras	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Partidas pro memoria (1):								
Depósitos internacionales	608,04		0,12	0,02	1,61	3,11	1,58	0,17
Aviación	548,28		0,11	0,02	0,40	2,30	1,42	0,17
Marina	59,76		0,00	0,00	1,21	0,81	0,16	0,00
Emisiones de CO ₂ de la biomasa	11 412,66							

NO– No ocurre. NE–No estimado. No aplicable (sombreado en el cuerpo de la tabla). 1–No se incluyen en el total del Inventario. Los valores con signo negativo indican remociones netas.

Tabla 2.9 Inventario Nacional de GEI (Gg). Cuba. Año 2002.

Categorías de fuentes y sumideros	CO ₂ emisiones	CO ₂ remociones	CH ₄	N ₂ O	NOx	CO	COVDM	SO ₂
Total nacional de emisiones y remociones	24 892,94	-13 194,32	400,36	9,82	84,32	502,15	283,52	622,51
1. Energía	23 570,90	0,00	112,22	0,60	82,75	451,56	18,90	614,47
A. Quema de combustibles (sectorial)	23 365,67		6,29	0,60	82,64	451,40	17,80	612,82
1. Industrias de la Energía	12 560,91		0,67	0,12	34,91	8,57	1,17	471,38
2. Industrias Manufactureras y Construcción	6 487,29		2,89	0,41	26,58	359,01	4,96	124,42
3. Transporte	913,58		0,05	0,01	9,45	33,70	6,42	1,75
4. Otros sectores	1 942,86		1,19	0,03	9,19	25,92	2,78	5,51
5. Otros	1 461,03		1,49	0,03	2,51	24,19	2,47	9,76
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	205,23		105,93	0,00	0,11	0,16	1,10	1,65
1. Combustibles sólidos			NO		NO	NO	NO	NO
2. Petróleo y gas natural	205,23		105,93	0,00	0,11	0,16	1,10	1,65
2. Procesos industriales	1 318,51	0,00	0,00	0,06	0,16	2,38	246,65	8,02
A. Productos minerales	1 027,62				0,00	0,00	197,95	0,56
B. Industria química	10,95		0,00	0,06	0,15	0,00	0,00	7,43
C. Producción de metales	279,95		0,00	0,00	0,01	2,38	0,05	0,03
D. Otras producciones	0,00		0,00	0,00	0,00	0,01	48,66	0,00
E. Producción de halocarburos y SF ₆								
F. Consumo de halocarburos y SF ₆								
G. Otros	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3. Uso de solventes y otros productos	0,00			NE			17,85	
4. Agricultura			190,16	8,58	0,87	30,53	NA	NA
A. Fermentación entérica			169,65					
B. Manejo del estiércol			7,18	0,03			NA	
C. Cultivo del arroz			11,88				NA	
D. Suelos agrícolas			NA	8,53			NA	
E. Quemadas prescritas de sabanas			0,00	0,00	0,00	0,00	NO	

Categorías de fuentes y sumideros		CO ₂ emisiones	CO ₂ remociones	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
	F. Quema en el campo de residuos agrícolas			1,45	0,02	0,87	30,53	NA	
	G. Otros			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
5. Cambio de uso de la tierra y silvicultura		0,00	-13 194,32	2,02	0,01	0,50	17,65	NA	NA
	A. Cambios en bosques y otras reservas de biomasa leñosa	0,00	-14 824,84						
	B. Conversión de bosques y pastizales	1 626,79	0,00	2,02	0,01	0,50	17,65		
	C. Abandono de tierras manejadas		NO						
	D. Emisiones y remociones de CO ₂ del suelo	3,74	NE						
	E. Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
6. Desechos		3,53		95,97	0,56	0,04	0,03	0,12	0,02
	Disposición de desechos sólidos en la tierra			53,32		0,00		0,00	
	B. Manejo de aguas residuales			42,64	0,56	NA	NA	NA	
	C. Incineración de desechos	3,53			0,002	0,04	0,03	0,12	0,02
	D. Otros			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7. Otras		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Partidas pro memoria (1):									
	Depósitos internacionales	645,17		0,06	0,02	1,47	2,48	1,13	0,19
	Aviación	582,83		0,05	0,02	0,20	1,63	0,96	0,18
	Marina	62,34		0,00	0,00	1,27	0,84	0,17	0,00
	Emisiones de CO ₂ de la biomasa	9 267,51							

NO– No ocurre. NE–No estimado. No aplicable (sombreado en el cuerpo de la tabla). 1–No se incluyen en el total del Inventario. Los valores con signo negativo indican remociones netas.

Tabla 2.10 Inventario Nacional de GEI (Gg). Cuba. Años pares 1990 - 2002.

Categorías de fuentes y sumideros	HFCs			PFCs			SF ₆
	HFC-23	HFC-134	Otros	CF ₄	C ₂ F ₆	Otros	
Total nacional de emisiones y remociones	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1. Energía							
A. Quema de combustibles (sectorial)							
1. Industrias de la Energía							
2. Industrias Manufactureras y Construcción							
3. Transporte							
4. Otros sectores							
5. Otros							
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1. Combustibles sólidos							
2. Petróleo y gas natural	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2. Procesos industriales							
A. Productos minerales							
B. Industria química							
C. Producción de metales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
D. Otras producciones							
E. Producción de halocarburos y SF ₆	NO	NO		NO	NO		NO
F. Consumo de halocarburos y SF ₆	NE	NE		NE	NE		NE
G. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3. Uso de solventes y otros productos							
4. Agricultura							
A. Fermentación entérica							
B. Manejo del estiércol							
C. Cultivo del arroz							
D. Suelos agrícolas							
E. Quemas prescritas de sabanas							
F. Quema en el campo de residuos agrícolas							
G. Otros							
5. Cambio de uso de la tierra y silvicultura							
A. Cambios en bosques y otras reservas de biomasa leñosa							
B. Conversión de bosques y pastizales							
C. Abandono de tierras manejadas							

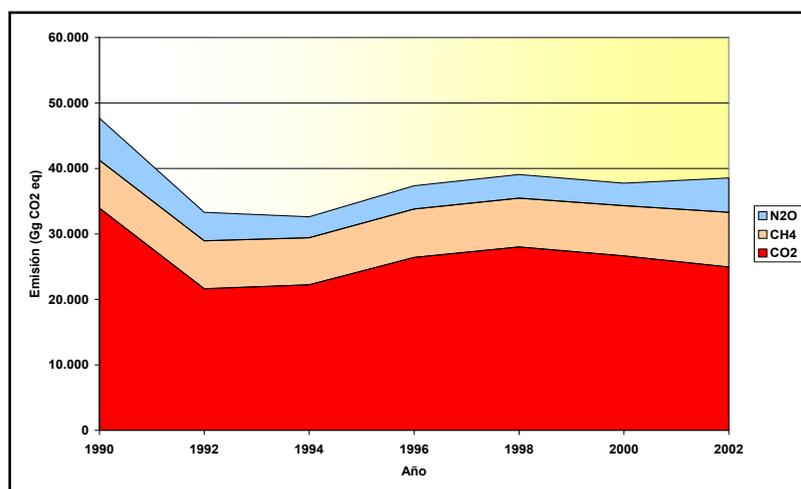
Categorías de fuentes y sumideros	HFCs			PFCs			SF ₆
	HFC-23	HFC-134	Otros	CF ₄	C ₂ F ₆	Otros	
D. Emisiones y remociones de CO ₂ del suelo							
E. Otros							
6. Desechos							
Disposición de desechos sólidos en la tierra							
B. Manejo de aguas residuales							
C. Incineración de desechos							
D. Otros							
7. Otras	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Partidas pro memoria:							
Depósitos internacionales							
Aviación							
Marina							
Emisiones de CO ₂ de la biomasa							
<i>NO– No ocurre. NE–No estimado. No aplicable (sombreado en el cuerpo de la tabla).</i>							

2.3 Resumen de las emisiones agregadas por gases y sectores

2.3.1 Emisiones Brutas Agregadas en Equivalentes de CO₂

Todos los gases no aportan en el mismo grado al incremento del efecto invernadero. Para expresar las emisiones de GEI sobre una base equivalente, que refleje su contribución al calentamiento atmosférico, se utilizan los Potenciales de Calentamiento Global (PCG).

Para convertir las emisiones expresadas en Gg a unidades equivalentes de CO₂ (CO₂eq), simplemente se multiplican las emisiones de cada GEI directo por su correspondiente PCG. De acuerdo con lo establecido en la Decisión 17/CP.8 (CMNUCC, 2002), para este cálculo se utilizan los valores de PCG para un horizonte temporal de 100 años, reportados en el Segundo Informe de Evaluación del IPCC (IPCC, 1996). La conversión de las emisiones a unidades equivalentes de CO₂, posibilita agregar (sumar) las emisiones de los diferentes GEI directo, que en el caso de este reporte del inventario de Cuba, corresponden al CO₂, CH₄ y N₂O.



El total de las emisiones brutas agregadas resultó 3 773,02 Gg de CO₂eq en el año 2000, y 36 340,32 Gg de CO₂eq en el año 2002, un 23,8% menor que en el año base 1990 en que se emitieron 47 671,56 Gg de CO₂eq (Figura 2.11, Tabla 2.11).

Figura 2.11 Emisiones brutas agregadas anuales en equivalentes de CO₂ (Gg CO₂eq) para los diferentes GEI. Cuba. Años pares del período 1990 - 2002.

Tabla 2.11 Emisiones brutas agregadas anuales de GEI por sectores y total nacional en GgCO₂eq. Cuba. Años pares 1990 – 2002.

Sector	Año						
	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002
Energía	32 737,30	21 866,77	22 531,70	26 634,41	28 099,43	27 205,49	26 113,38
Procesos Industriales	3 228,52	876,82	899,53	1 210,07	1 282,52	1 288,10	1 337,63
Uso de Solventes y Otros Productos*	34,56	29,75	29,89	30,85	34,71	40,19	38,04
Agricultura	9 039,59	8 090,84	6 913,16	7 240,43	7 570,58	7 118,55	6 653,09
Desechos	2 631,59	2 430,69	2 244,90	2 244,90	2 081,34	2 084,33	2 193,59
Total	4 7671,56	33 294,87	32 619,18	37 360,66	39 068,58	37 737,02	36 340,32

* Emisiones indirectas de CO₂ derivadas de las emisiones inmediatas de CO₂DM en el uso de solventes.

Tanto en el caso del CO₂ como en el N₂O, las emisiones brutas agregadas en el año 2002 resultaron menores que en 1990 (-26,5% y -52,6% respectivamente). Sin embargo, para el CH₄ estas emisiones superaron a las de 1990 en un 14,3%. Con relación a la contribución porcentual a las emisiones brutas agregadas en equivalente del CO₂, el peso fundamental corresponde al dióxido de carbono, con aportes relativos que variaron entre el 71,2% de las emisiones en 1990 y el 64,7% de estas en el año 2002. El CH₄ sigue en importancia al CO₂, con un incremento del aporte relativo en el período (15,4% en 1990 y 21,7% en el año 2002). El N₂O cerró 2002 con una contribución relativa a las emisiones del 8,4% menor a la del año 1990 (13,5%).

En la Figura 2.12 se muestra la evolución de las emisiones brutas agregadas de GEI en el período 1990 – 2002 para los diferentes sectores del inventario. Los mayores aportes a las emisiones brutas agregadas de GEI provienen del sector de la Energía seguido del sector de la Agricultura. Los sectores de Procesos Industriales y Desechos tienen una menor contribución y el sector de Uso de Solventes, un aporte insignificante (Tabla 2.12).

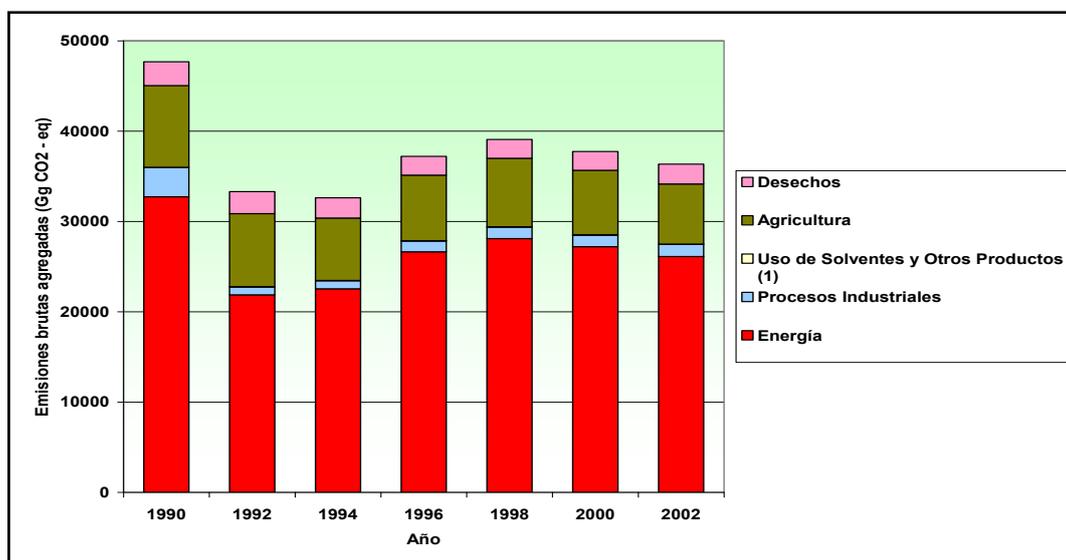


Figura 2.12 Emisiones brutas agregadas anuales de GEI por sectores en Gg de CO₂eq. Cuba. Años pares del período 1990 – 2002.

(1) Emisiones indirectas de CO₂.

Tabla 2.12 Emisiones brutas agregadas anuales de GEI. Contribución en % de cada sector al total de CO₂eq del inventario. Cuba. Años pares 1990 – 2002.

Sector	Años						
	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002
Energía	68,7	65,7	69,1	71,3	71,9	72,1	71,9
Procesos Industriales	6,8	2,6	2,8	3,2	3,3	3,4	3,7
Uso de Solventes y Otros Productos*	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Agricultura	19,0	24,3	21,2	19,4	19,4	18,9	18,3
Desechos	5,5	7,3	6,9	6,0	5,3	5,5	6,0
Total	100	100	100	100	100	100	100

* Emisiones indirectas de CO₂ derivadas de las emisiones inmediatas de CO₂ en el uso de solventes.

Con relación a la evolución de las emisiones brutas agregadas de GEI, estas experimentaron disminuciones con relación al año base 1990 en todos los sectores, menos en el sector del Uso de Solventes y Otros Productos y el sector de Desechos. Nótese que, como se mostró anteriormente, el peso de estos sectores en las emisiones del país es menor en comparación con los sectores de Energía y Agricultura.

Las mayores disminuciones de las emisiones en porcentaje durante el período ocurrieron en el sector de Procesos Industriales, aunque por volumen de emisiones, tiene mucho mayor peso el descenso observado en los sectores de Energía y Agricultura (Tabla 2.13).

Tabla 2.13 Emisiones brutas agregadas de GEI. Índice de evolución anual (año 1990=100). Cuba. Años pares 1990 – 2002.

Sector	Años						
	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002
Energía	100	66,8	68,8	81,4	85,8	83,1	79,8
Procesos Industriales	100	27,2	27,9	37,5	39,7	39,9	41,4
Uso de Solventes y Otros Productos*	100	86,1	86,5	89,3	100,4	116,3	110,1
Agricultura	100	89,5	76,5	80,1	83,7	78,7	73,6
Desechos	100	92,4	85,3	85,3	79,1	79,2	83,4
Total	100	69,8	68,4	78,4	82,0	79,2	76,2

* Emisiones indirectas de CO₂ derivadas de las emisiones inmediatas de COVDM en el uso de solventes.

2.3.2 Emisiones Netas Agregadas en Equivalentes de CO₂

Las emisiones netas agregadas en equivalentes de CO₂, tuvieron una importante disminución en el período, a consecuencia tanto del incremento en las remociones de este GEI en el sector de Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura, como de la caída en las emisiones brutas de GEI en otros sectores. En 2002, las emisiones netas agregadas en equivalentes de CO₂ eran 37,5% menor que en el año base 1990 (Figura 2.13).

La Figura 2.14, presenta la comparación entre las emisiones agregadas brutas y netas. Dado el peso que tienen las remociones de CO₂ por los bosques en Cuba, y la ausencia del proceso de deforestación, hacen que cuando al análisis se incorporan las emisiones y remociones del sector Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura, las emisiones netas del país se reducen notablemente en comparación con las emisiones brutas.

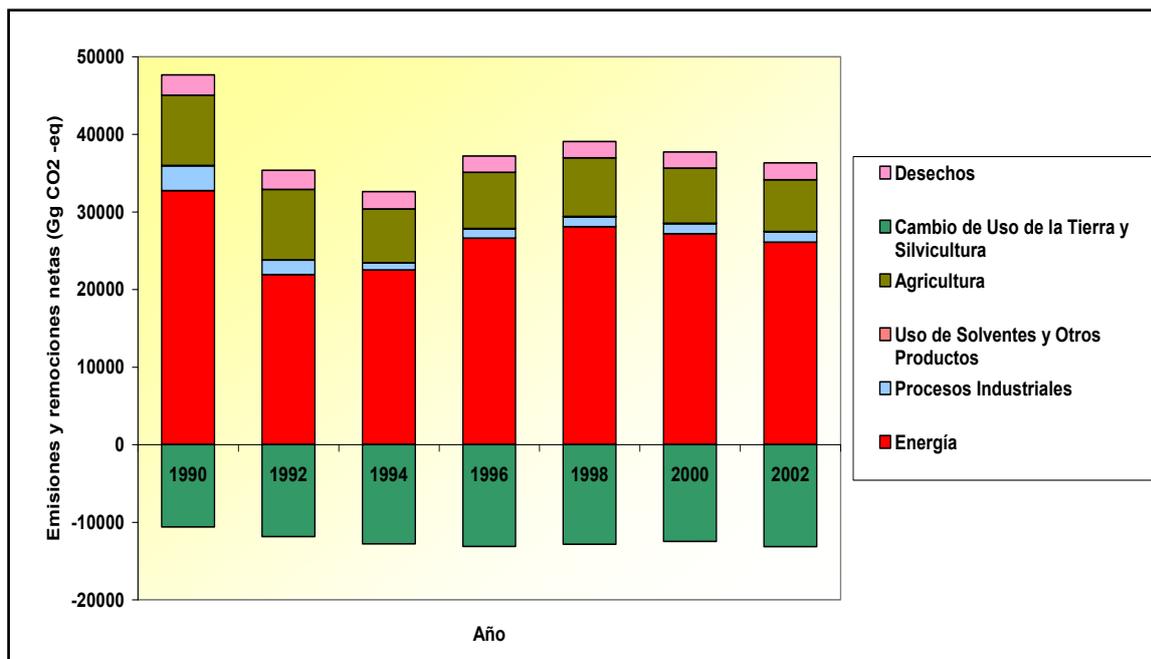


Figura 2.13 Emisiones y remociones netas agregadas anuales de GEI en Gg de CO₂eq. Cuba. Años pares del período 1990 – 2002.

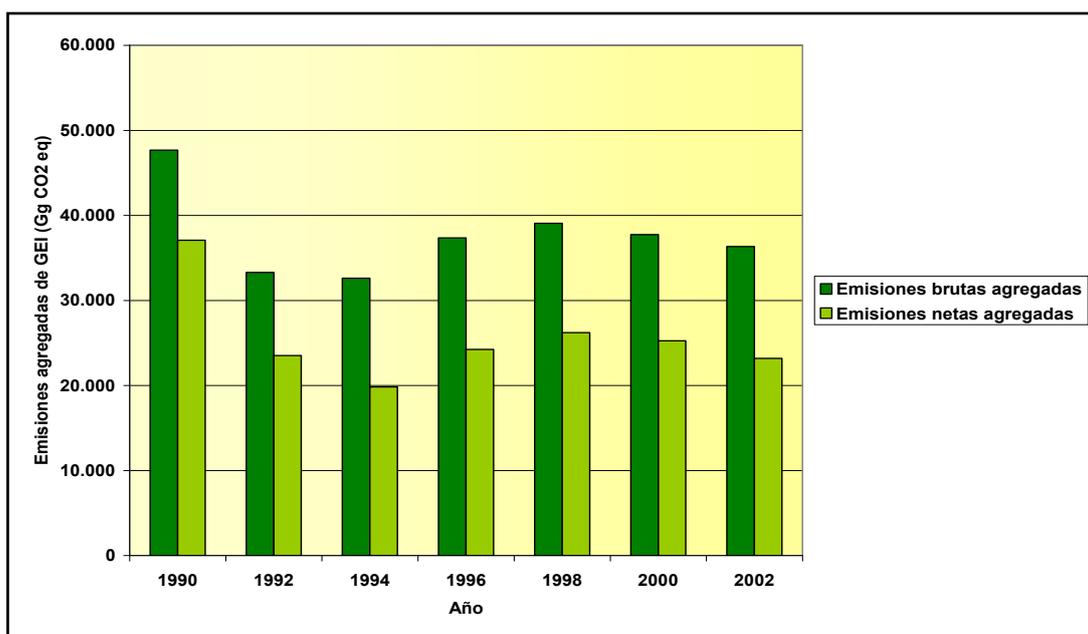


Figura 2.14 Comparación entre las emisiones brutas y netas agregadas (Gg CO₂eq). Cuba. Años pares del período 1990 – 2002.

2.4 Emisiones per cápita de CO₂ y GEI

La Figura 2.15 incluye los resultados obtenidos en el cálculo de las emisiones per cápita anuales de CO₂ y GEI para los años evaluados en este reporte. Para este cálculo se utilizan las emisiones brutas de CO₂ (en Gg de CO₂) y las emisiones brutas agregadas de GEI (en Gg de CO₂eq). Los datos de población considerados corresponden a la información oficial para el período, proporcionada por la ONEI.

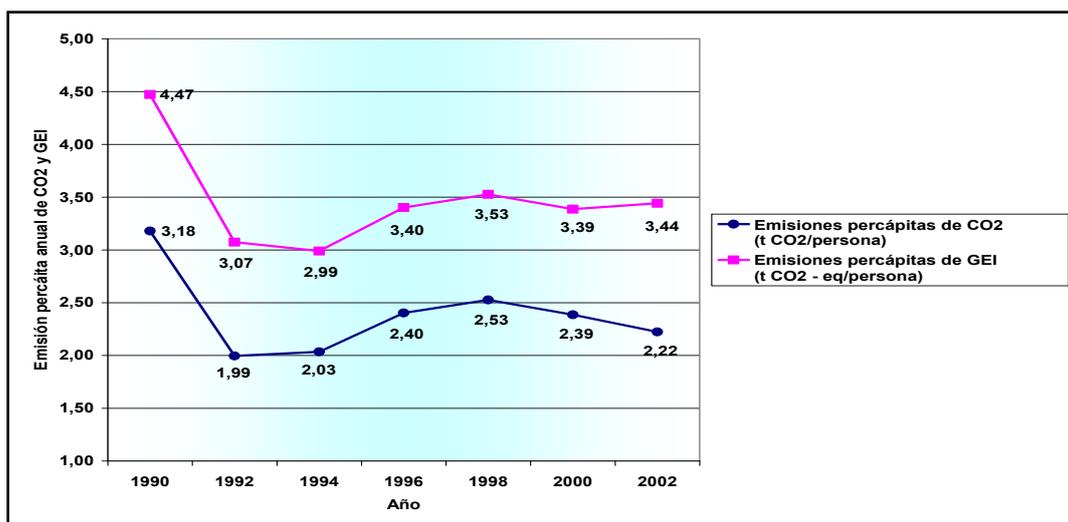


Figura 2.15 Emisiones per cápita anuales de CO₂ (tCO₂/persona) y GEI (tCO₂eq/persona). Cuba. Años pares del período 1990 – 2002.

2.5 Mejoras en el reporte del inventario

Mediante estudios de caso se logró obtener parámetros de emisión apropiados en las condiciones de Cuba para: a) el carbono por los cambios en bosques y otras reservas de biomasa; b) el metano derivado de la fermentación entérica del ganado vacuno; y c) el metano para los rellenos sanitarios manuales. Dichos parámetros de emisión se muestran en las tablas 2.14 al 2.16.

Tabla 2.14 Incremento medio anual (IMA) de la biomasa seca para especies en condiciones naturales.

Especie	IMA (tms/ha/año)
Acacia spp.	6,67
Eucalyptus spp.	22,37
Tectona grandis	11,27
Pinus spp.	6,32
Pinus caribaea	8,51

Fuente: Alvarez y Mercadet (2011)

Tabla 2.15 Parámetros de emisión del metano, derivado de la fermentación entérica del ganado vacuno.

Subcategoría de ganado vacuno	Peso (kg)	kg CH ₄ por cabeza al año
Vacas en ordeño	400	55,49
Vacas	340	48,7
Terneras	74	6,54
Terneros	74	5,76
Añojas	150	26,59
Añojos	150	26,73
Novillas	260	34,06
Toretas	310	43,88
Toros de ceba	360	43,27
Bueyes	450	65,66
Receladores	450	42,33
Sementales	450	42,33

Fuente: Fernández (2007)

Tabla 2.16 Parámetros de emisión para los Rellenos Sanitarios Manuales (RSM) ubicados en las condiciones tropicales húmedas de Cuba.

Parámetros de emisión		Valor recomendado
Carbono orgánico degradable (COD) (Gg de C/Gg de desechos sólidos)		1,57 (a)
Fracción de COD que se descompone (CODf)		0,4
Factor de corrección de CH ₄ (FCM) (fracción)		0,4
Fracción volumétrica de CH ₄ en el gas de vertedero generado (F) (fracción)		0,5
Factor de oxidación (Ox)		0.2 (b)
Constante de reacción (k) (año-1)		
Desechos de degradación lenta	Papel/Textiles	0,06
	Madera/Paja	0,03
Desechos de degradación rápida	Otros putrescibles orgánicos (no alimentos) y desechos de parques y jardines	Desechos de podas 0,13 (c) Caucho y piel 0,02
	Desechos de alimentos y lodos de alcantarilla	0.3 (d)
Desechos brutos		0,13

Fuente: Valdés (2009)

(a) El valor de este parámetro es específico de la zona de estudio y el SDDS. En el estudio de caso resultó 0,157.

(b) El valor medio resultó 0,26. Utilizar 0,2 para RSM con cubierta de suelo.

(c) Stege (2009). Adicionalmente en este estudio de caso se recomienda considerar una parte de esos desechos como de degradación rápida.

(d) Este valor se deriva de una vida media de 2 años en correspondencia con los períodos de descomposición observados en el RSM Loma de Jacinto (3-4 años)

Los resultados presentados constituyen una primera aproximación al tema en Cuba, pues nunca antes habían sido abordados; en consecuencia, se le dará continuación en los próximos reportes, e inclusive, se trabajará por mejorarlos. Cuba contribuye así a extender las buenas prácticas en la preparación de inventarios de GEI, al alentarse por la CMNUCC que los países determinen y utilicen sus propios factores de emisión (FE) en sus comunicaciones nacionales.

Por otra parte, en el presente inventario de GEI se introdujeron un grupo de mejoras que incrementan la calidad y exhaustividad de los resultados. Por su importancia, pueden destacarse las siguientes:

- Implementación extendida de las Guías de Buenas Prácticas y Gestión de Incertidumbres del IPCC (IPCC, 2000);
- Utilización de elementos de las Guías de Buenas Prácticas en Uso, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (IPCC, 2003) y las Guías del IPCC del 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Invernadero (IPCC, 2006). Utilización de factores de emisión actualizados para los gases precursores proporcionados en EMEP/CORINAIR (EEA, 2007);

- Implementación y uso, en todos los años evaluados en el reporte, del nuevo software UNFCCC – NAI tanto para la estimación como para el reporte de las emisiones;
- Utilización de métodos de mejor calidad y desagregación (de Nivel 2) en una buena cantidad de categorías, especialmente en las principales, en sustitución de métodos de Nivel 1 utilizados en reportes previos;
- Captación de más y mejores datos de actividad en un grupo importante de categorías de fuentes y sumideros, lo que permitió mejorar estimaciones previas y realizar estimaciones en algunas categorías no calculadas en reportes precedentes;
- Determinación de parámetros de emisión para las condiciones y circunstancias de Cuba en algunas categorías principales (en sustitución de parámetros por defecto utilizados en reportes previos). Resaltan aquí las determinaciones de dichos parámetros para el metano en la fermentación entérica y la gestión del estiércol, para la mayoría de las especies y tipos de ganado doméstico en Cuba. También, la determinación y uso de algunos parámetros de emisión – remoción, para las remociones y emisiones de CO₂ y otros GEI procedentes de los cambios de biomasa en bosques y los incendios forestales;
- Determinación de las emisiones y remociones de GEI para el año 1992, no evaluado en los reportes previos;
- Determinación, por primera vez, de las emisiones por quema de combustibles en el Sector del Transporte. En los reportes de emisiones previos no se habían podido determinar de forma separada (se reportaban en el sector correspondiente a “Otras”);
- Aplicación del método de descomposición de primer orden en la categoría de desechos sólidos, en la determinación de las emisiones de metano, utilizando el IPCC Waste Model (IPCC, 2006) para todos los años evaluados;
- Realización del recálculo de emisiones y remociones en todas las categorías de fuentes y sumideros (y para todos los años pares del período 1990 – 2002) donde se realizaron cambios metodológicos o cambios en los datos de actividad y parámetros de emisión. Esto garantiza la consistencia de la serie de emisiones de GEI disponible para el país;
- Ejecución del análisis y determinación detallados, para todos los años pares del período 1990 -2002, de las categorías principales (nivel y tendencia), e incertidumbres (por gases, categorías de fuentes y para el inventario en general);
- Consolidación de la aplicación de sistemas de control y aseguramiento de la calidad en la preparación del inventario.

CAPÍTULO 3. PROGRAMAS QUE COMPRENDEN MEDIDAS PARA FACILITAR LA ADECUADA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

En este capítulo se reseñan las acciones desarrolladas por el Gobierno cubano para afrontar las consecuencias del cambio climático; además de presentar una nueva evaluación, ampliada y actualizada, de la vulnerabilidad, el impacto y adaptación en la República de Cuba.

3.1 Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático

El enfrentamiento al cambio climático es de gran relevancia para Cuba. En tal sentido, los lineamientos económicos del VI Congreso del Partido Comunista de Cuba, documento que establece la estrategia para el desarrollo del país, en su Lineamiento 133 expresa: *“Sostener y desarrollar investigaciones integrales para proteger, conservar y rehabilitar el medio ambiente y adecuar la política ambiental a las nuevas proyecciones del entorno económico y social. Priorizar estudios encaminados al enfrentamiento al cambio climático y, en general, a la sostenibilidad del desarrollo del país. Enfatizar la conservación y protección de los recursos naturales como los suelos, el agua, las playas, la atmósfera, los bosques y la biodiversidad, así como el fomento de la educación ambiental”* (Partido Comunista de Cuba, 2011).

El *Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático* es la respuesta del Estado cubano a tan importante problema. En este Programa se integran los resultados de investigaciones científicas e ingenieriles; la educación y la capacitación de todos los actores de la sociedad y las acciones para el establecimiento de una estrategia de adaptación al cambio climático, basada en el conocimiento del estado y la evolución del medio ambiente; en el monitoreo ambiental y en la estimación de escenarios de cambio climático a mediano y largo plazos y su impacto en el país. Desde el punto de vista de la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, este Programa incluye los aspectos siguientes:

- Los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo (PVR) a escalas de país, regional y local.
- La evaluación del impacto del ascenso del nivel del mar sobre la zona costera, para los años 2050 y 2100.
- La red de monitoreo del estado y la calidad de la zona costera.
- La adaptación incluida en las estrategias de desarrollo, producción de alimentos, manejo integral del agua, ordenamiento de la zona costera e higiene y epidemiología.
- La adaptación en los planes de educación, en sus diferentes niveles de enseñanza.

Por otra parte, un importante grupo de programas nacionales sectoriales, contribuyen a la adaptación al cambio climático, complementando los esfuerzos del país en esta dirección. Los más importantes son:

- Programa Forestal Nacional, con el objetivo de ampliar hasta un 29,4 por ciento la cobertura boscosa del país hacia 2015.

- Programa de Uso Racional y Ahorro del Agua, desde el 2005, con el objetivo de promover nuevas formas y hábitos de consumo de agua, como una vía para reducir su uso indiscriminado y asegurar su protección (www.hidro.cu).
- Programa de Mejoramiento y Conservación de los Suelos, implementado desde el año 2000, con el objetivo de detener la degradación de los suelos y crear las condiciones que permitan una rehabilitación paulatina de los mismos.
- Programa de Lucha contra la Desertificación y la Sequía, implementado desde el año 2000, con el objetivo de vincular factores, procesos y ecosistemas que se encuentran en la naturaleza en constante interacción, basado en el Manejo Sostenible de Tierras (MST), para obtener bienes y servicios suficientes y de calidad, sin comprometer el estado de los recursos naturales renovables y su capacidad de recuperación una vez que ha cesado la presión del hombre por extraer sus beneficios (<http://www.educambiente.co.cu>).
- Programa de Lucha contra Vectores Trasmisores de Enfermedades, con el objetivo de mantener estricto monitoreo y control de las distintas especies de vectores que puedan constituir riesgos epidemiológicos, incluyendo las especies exóticas invasoras. Proporciona asesoría y lleva a cabo investigaciones que garantizan soluciones oportunas, e influye en el desarrollo y producción de productos biológicos destinados al control de los vectores (www.infomed.sld.cu).

A los programas anteriormente mencionados se añade la Estrategia Nacional de Gestión y Manejo del Fuego para los bosques de la República de Cuba. Los incendios forestales son una problemática para los bosques, elemento fundamental para la adaptación y mitigación del cambio climático. Constituyen un fenómeno que, incrementa la deforestación de los suelos, la pérdida de la diversidad biológica y de la cobertura vegetal. El comportamiento histórico de los incendios forestales manifiesta una alta variabilidad tanto en su ocurrencia como en las afectaciones y las causas de su surgimiento son multifactoriales.

La época de mayor riesgo para el surgimiento de incendios en área rurales, es entre los meses de febrero a mayo, donde históricamente ocurre el 83% de los incendios de este tipo, con mayor peso en marzo y abril, por lo que se considera como período de alta peligrosidad. El perfeccionamiento del sistema de determinación de las causas que originan el surgimiento de los incendios forestales en los últimos diez años permitió pasar de un 34% de causas sin determinar en el año 2000, a un 6% en la actualidad, las cuales en su mayoría obedecen a acciones humanas, motivadas fundamentalmente por negligencias (90%).

Con el mismo propósito, se están desarrollando un conjunto de proyectos en la esfera medioambiental, con financiamiento internacional:

- Bases Ambientales para la Sostenibilidad Alimentaria Local (BASAL); (COSUDE, PNUD, Unión Europea): tiene como objetivo general, apoyar la adaptación al cambio climático, contribuyendo al desarrollo socioeconómico continuado y sostenible de la República de Cuba. Su resultado principal previsto es reducir las vulnerabilidades relacionadas con el cambio climático

en el sector agrícola a nivel local y nacional. BASAL apoyará prioritariamente a tres municipios: Los Palacios (provincia de Pinar del Río), Güira de Melena (provincia de Artemisa) y Jimaguayú (provincia de Camagüey).

- Ecosistema Sabana Camagüey (FMAM, PNUD): constituye la tercera etapa de esta iniciativa y tiene como objetivo promover cambios operacionales dentro de los sectores del turismo, la pesca, agropecuario y forestal para garantizar que los mismos se desarrollen, teniendo en cuenta los principios de conservación de la biodiversidad y el manejo sostenible de los recursos naturales y productivos del Ecosistema.
- Aplicación de un enfoque regional al manejo de las áreas marino-costeras protegidas en la Región Archipiélagos del Sur de Cuba (FMAM, PNUD): contribuye a la conservación de biodiversidad marina en Cuba, incluyendo recursos pesqueros de gran importancia regional, a través de crear capacidades para la aplicación de un enfoque regional al manejo de áreas marinas y costeras protegidas en la Región Archipiélagos del Sur de Cuba como parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP).
- Manejo Sostenible de Tierras (FMAM, PNUD, FAO, PNUMA): con el objetivo de maximizar la eficacia y la eficiencia de las iniciativas sobre manejo sostenible de la tierra en Cuba, a través de un programa de gran escala, que permita el monitoreo, manejo adaptativo y la evaluación.
- Prevención, Gestión y Control de Especies Exóticas (FMAM, PNUD): con el objetivo general de proteger los ecosistemas vulnerables, tanto marinos como de agua dulce y terrestres, las especies y la diversidad genética, de los impactos negativos de las especies exóticas invasoras.
- Conservación de Ecosistemas Montañosos Amenazados (FMAM, PNUD): conservar la biodiversidad con un enfoque innovador, a escala paisajística, mediante la conectividad de fragmentos de ecosistemas montañosos amenazados, siguiendo un gradiente altitudinal, es decir, desde la cima hasta la costa, donde se integren intereses económicos y conservacionistas, de manera armónica y compatible, en función de mitigar la pérdida de biodiversidad y aumentar su capacidad de generar bienes y servicios medioambientales para mejorar el bienestar social de los pobladores de las montañas. Las áreas de intervención serán los macizos montañosos, principales refugios de la diversidad biológica de Cuba y considerados Regiones Especiales de Desarrollo Sostenible (REDS).

Lo anterior ha permitido establecer un grupo de directivas gubernamentales, relacionadas con el enfrentamiento al cambio climático, como son:

- Incluir en el ciclo de planificación, tanto en los planes anuales como en las proyecciones económicas del gobierno a todos los niveles, las medidas de enfrentamiento al cambio climático, priorizando la zona costera y, en especial, aquellas altamente vulnerables para las personas y el patrimonio natural y construido.
- Incluir en los planes y proyecciones las medidas encaminadas a disminuir la vulnerabilidad costera para los asentamientos amenazados por el aumento del nivel del mar y la sobre elevación de este por los huracanes y el oleaje.

- Considerar en los planes y proyecciones las playas arenosas de interés turístico, recreativo, o de protección costera, tanto actuales como perspectivas, las acciones de rehabilitación y mantenimiento.
- Incluir en los planes de desarrollo la recuperación, a mediano y largo plazos, de las áreas de manglares más afectadas del archipiélago cubano.
- Incluir en los planes y proyecciones las medidas para detener el deterioro de las crestas de arrecifes de coral más afectadas por la acción del hombre en el archipiélago cubano.
- Actualizar la legislación vigente sobre el medio ambiente, adecuándola a la política y pensamiento cubano sobre el cambio climático.
- Incorporar las tareas del Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático a nivel sectorial y territorial a la Estrategia Ambiental Nacional vigente.

Como resultado de este conjunto de acciones, el país ha ido implementando un grupo de medidas de adaptación en la gestión de los recursos naturales que se describen a continuación.

Suelos: Preparación de los suelos conforme a criterios ambientalmente adecuados, empleo de técnicas que eviten o disminuyan el desarrollo de procesos degradantes, cambios en los modelos de labranza y cultivo y ordenamiento de los suelos por su fertilidad, agroproductividad y disponibilidad de agua.

Recursos hídricos: Ahorro de agua y su reutilización en las principales actividades productivas y de servicios, medidas para la protección de la calidad del agua, perfeccionamiento de los sistemas de alerta temprana a la sequía y a las inundaciones, así como reevaluación de los diseños y las normas técnicas constructivas para las nuevas obras hidráulicas, buscando mayor eficiencia.

Atmósfera: Uso de tecnologías no contaminantes.

Diversidad biológica: Identificación de los ecosistemas más vulnerables y de las áreas protegidas, así como el establecimiento de prioridades de conservación y protección de especies a nivel local, de valor económico, ambiental y social, expuesta a los impactos del cambio climático. Rehabilitación y restauración de ecosistemas degradados por los efectos antropogénicos y del cambio climático.

Bosques: Especialización de la reforestación para los diferentes ecosistemas, que incluya las variedades adaptables a los mismos y logro de un adecuado ordenamiento forestal, incrementando los índices de supervivencia y de logro de plantaciones. Moratoria permanente a la explotación del mangle.

Agricultura: Manejo sostenible de tierras, uso de buenas prácticas agrícolas. Ordenamiento de las áreas agrícolas, atendiendo a la regionalización de los cultivos, a la agroproductividad de los suelos y la disponibilidad de agua en los que las actividades agropecuarias locales se correspondan con las condiciones económicas y ecológicas del área. Obtención, a través de la investigación científica, de variedades resistentes a condiciones climáticas extremas. Sistemas de riego más eficientes. Manejar de modo preventivo las plagas y enfermedades,

con una atención especial en la introducción de nuevos controles biológicos dado por la pérdida de la efectividad de los diferentes organismos, fundamentalmente a la elevación de la temperatura.

Turismo y uso de las playas: Protección y rescate de la vegetación autóctona adaptada a las condiciones de sequedad, salinidad y cobertura edáfica y, por tanto, una vegetación menos vulnerable. Proteger la zona de manglar. Preservar el complejo de vegetación de costa arenosa. Manejo integrado costero. Desarrollo de una arquitectura en armonía con el medio ambiente.

3.2 Vulnerabilidad, impacto y adaptación al cambio climático

En la Segunda Comunicación Nacional (SCN) se evaluaron nueve áreas: (a) Variaciones y cambios del clima, (b) Escenarios climáticos para 2050 y 2100, (c) Recursos hídricos, (d) Zonas costeras y recursos marinos, (e) Diversidad biológica, (f) Bosques, (g) Agricultura, (h) Asentamientos humanos y usos de la tierra e (i) Salud humana. Además, se desarrolló un estudio de caso relacionado con el análisis integrado del impacto del cambio climático y las medidas de adaptación, en un sector seleccionado en el sur de la región occidental. Estas evaluaciones fueron realizadas por un equipo de trabajo, integrado por expertos de las instituciones responsables de estas actividades en el país y los resultados obtenidos fueron refrendados, técnica y científicamente, por los mecanismos que para tal efecto existen en cada institución.

Desde el punto de vista metodológico, los estudios de vulnerabilidad, impacto y adaptación al cambio climático realizados en Cuba se guían por una metodología bien establecida, que resumidamente puede expresarse en los siguientes pasos:

- Determinación de la vulnerabilidad física, social y económica, basada en los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo (PVR);
- Reconocimiento y demostración de las variaciones y los cambios ocurridos en el clima, lo cual se fundamenta en las redes de observación de las variables del ciclo hidrológico y la caracterización de una línea base climática de referencia; en el caso de Cuba, comprende los períodos 1961-1990 y 1961-2010;
- Estimación del clima del futuro, incluyendo la valoración de las incertidumbres de los escenarios de emisión de GEI del IPCC, utilizando modelos climáticos globales y regionales y otras técnicas, como la de *reducción de escala (en inglés downscaling)*, que permiten modelar el clima a una escala espacial más detallada.
- Reconocimiento y demostración de las variaciones y los cambios ocurridos en ecosistemas y sectores socioeconómicos seleccionados, para las líneas base de referencia.
- Estimación y descripción de las variaciones y los cambios que pudieran ocurrir en ecosistemas y sectores socioeconómicos seleccionados, bajo cada escenario de cambio climático previsto.

- Elaboración de propuestas de medidas de adaptación en ecosistemas y sectores socioeconómicos seleccionados, en respuesta al impacto que tendría el cambio climático en su funcionamiento.

3.3 Variaciones y Cambios del Clima en Cuba

En el marco de la SCN se realizó la Segunda Evaluación de las Variaciones y Cambios del Clima en Cuba (Pérez et al, 2011). Este es un estudio, continuación de la primera evaluación (Centella et al, 1997), que analizó detalladamente el comportamiento de elementos del clima: la circulación atmosférica regional y los factores que la modifican (ENOS/Oscilación del Sur; temperatura superficial del mar en el Océano Atlántico Norte y frentes fríos); la temperatura superficial del aire; la precipitación; los procesos de sequía y fenómenos meteorológicos particulares (huracanes, tormentas locales severas e inundaciones costeras).

Los resultados alcanzados permiten expresar que el clima del país ha alcanzado un estado similar al evaluado por el IPCC para un efecto invernadero intensificado en la atmósfera terrestre: incremento de la temperatura superficial del aire; reducción del rango diurno de la temperatura; mayor frecuencia de sequías largas y severas, especialmente en verano; y el aumento de los totales de lluvia asociados a eventos de grandes precipitaciones en invierno. Esta caracterización se sustenta en las conclusiones siguientes:

Se opina con seguridad que:

Se ha observado un incremento en la temperatura superficial del aire (0.9°C) desde mediados del pasado siglo. No obstante dicho incremento, y que las últimas dos décadas han sido las más cálidas de los registros, se ha producido un ligero descenso de la temperatura superficial desde comienzos de los años 90, lo que se considera una estabilización alrededor de un valor medio muy alto.

El incremento antes descrito está condicionado por el aumento de la temperatura mínima promedio, en 1.9°C. (Figuras 3.1 y 3.2), por lo que se ha producido una disminución en el rango diurno de la temperatura superficial.

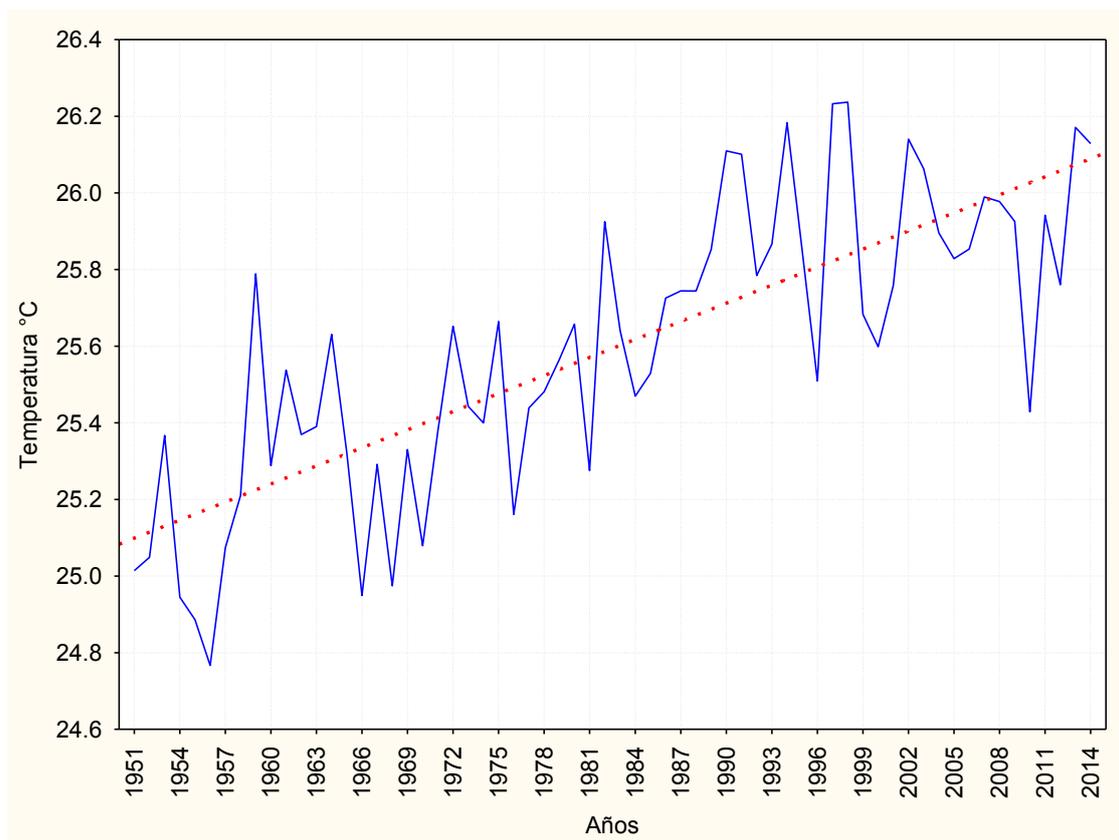


Figura 3.1 Temperatura media anual en Cuba y su tendencia.

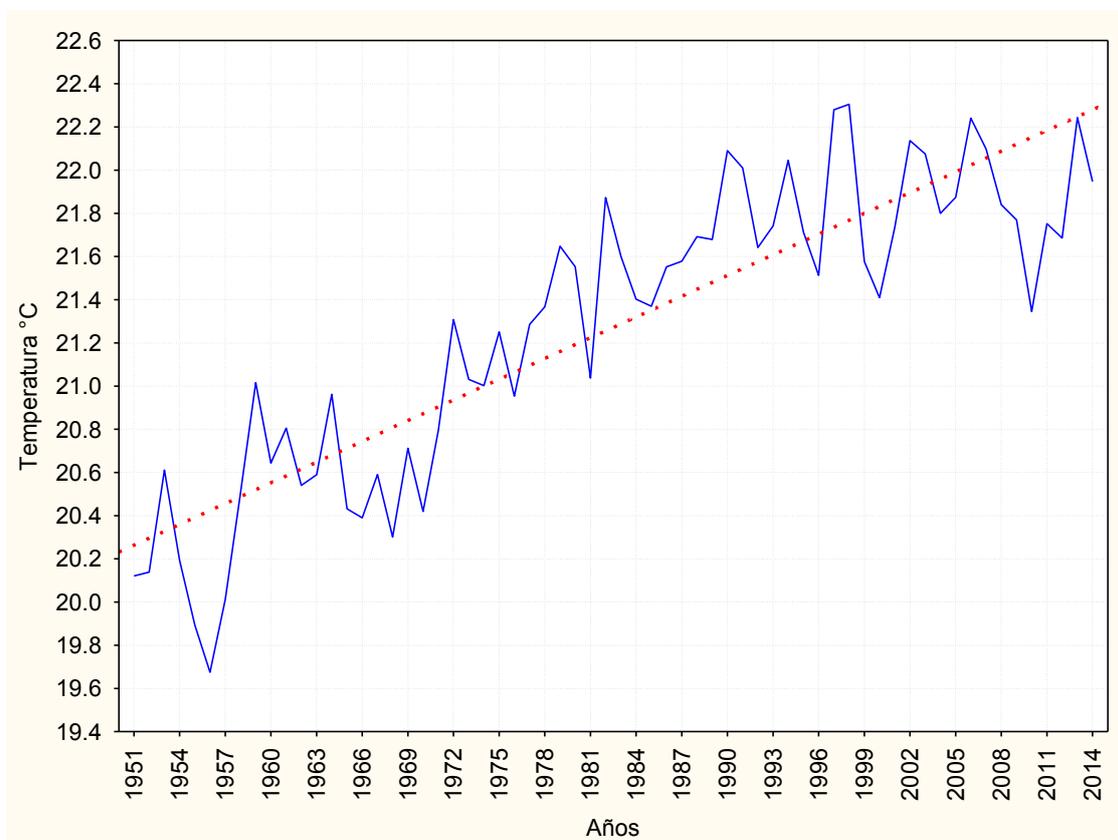


Figura 3.2 Temperatura mínima en Cuba y su tendencia.

Es poco probable que el calentamiento observado (principalmente después de los años 70 del pasado siglo) se pueda atribuir, en una medida importante, a los efectos de la urbanización. Además, el incremento registrado en la temperatura de la superficie del mar y el calentamiento de la capa baja de la troposfera, son aspectos que se relacionan con el calentamiento reciente y que se observan en una escala espacial mucho mayor.

Los totales anuales de precipitación no muestran una tendencia significativa estadísticamente, pero revelan que desde finales de la década de los años 70, se ha producido un predominio de las anomalías positivas (Figura 3.3). Este comportamiento está condicionado por la tendencia al incremento de los acumulados en el período poco lluvioso del año (Figura 3.4).

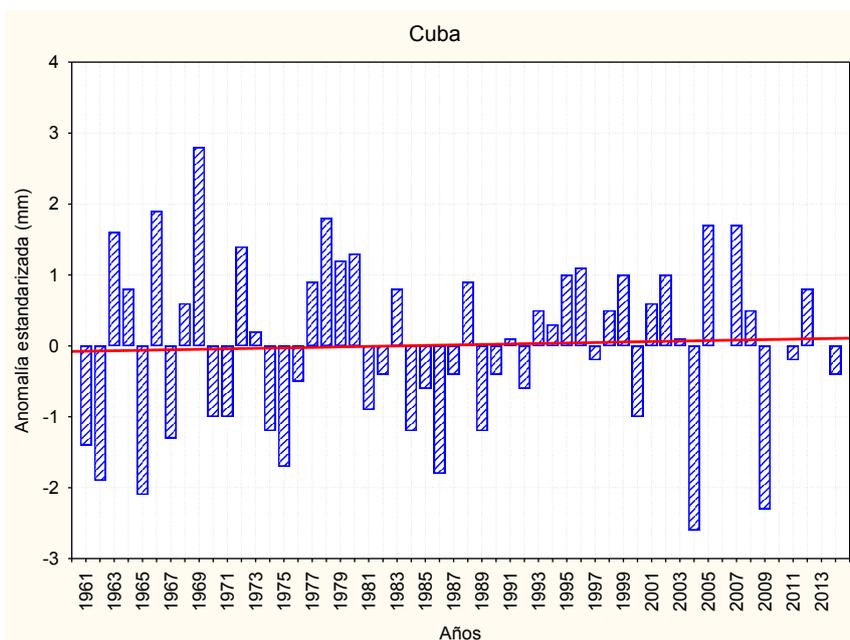


Figura 3.3 Anomalías estandarizadas de los totales anuales de lluvia en Cuba respecto al período 1971-2000.

Coherentemente con las tendencias descritas, la frecuencia de las sequías débiles, moderadas y severas revelaron una ligera reducción en el período 1981-2010 respecto al período 1951-1980 a pesar de existir años con importantes déficit en el segundo trienio como el ocurrido desde el 2003-2005 y entre el 2009-2010. En el período poco lluvioso del año, la frecuencia de sequías débil, moderada y severa se redujo en el orden del 21 % mientras que en el período lluvioso las sequías moderadas y severas se redujeron entre el 19 % y 27 %, respectivamente.

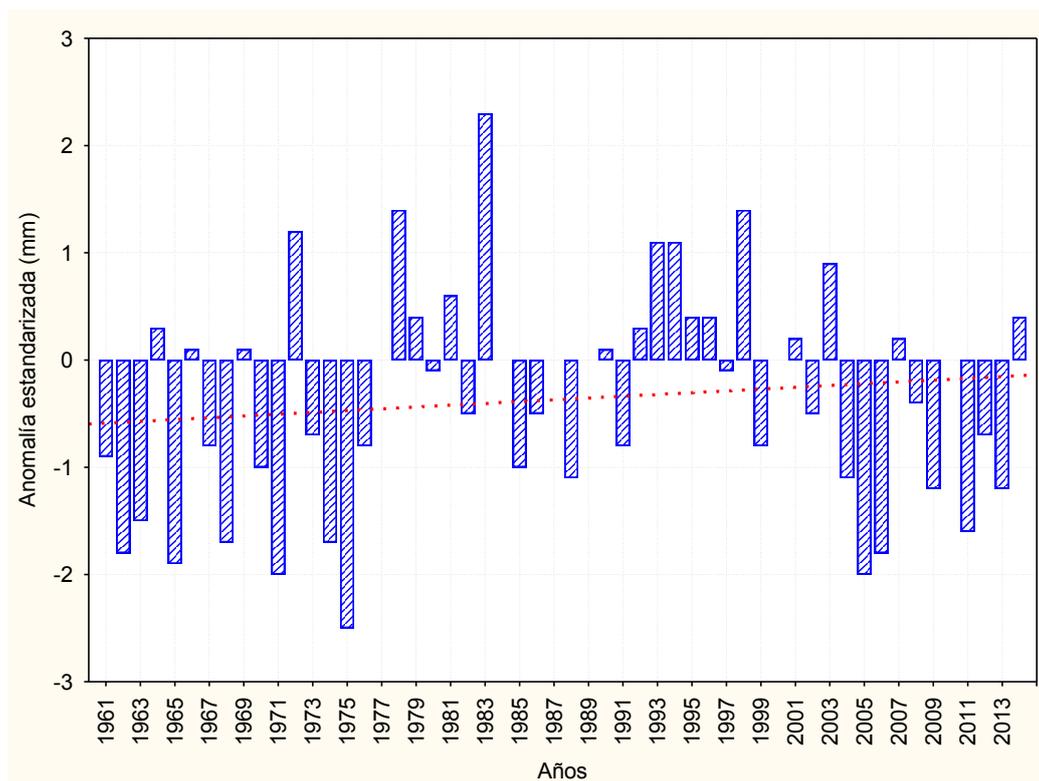


Figura 3.4 Anomalías estandarizadas de los totales de lluvia del período poco lluvioso en Cuba y valor de la mediana (línea roja) referido al período 1971-2000.

Desde 1996 se inició un nuevo período muy activo de la actividad de huracanes sobre Cuba, principalmente desde el año 2001, de tal forma que, entre el 2001 y el 2008, el país ha sido afectado por nueve huracanes. Sin embargo, si bien existe una ligera tendencia creciente a largo plazo en la frecuencia de huracanes sobre Cuba (1791 - 2008), esta no es estadísticamente significativa.

Es de suma importancia la ocurrencia de siete huracanes intensos desde 2001, cifra que no se había registrado en década alguna desde 1791 hasta el presente. Tal récord se asocia al incremento observado en toda la cuenca del Océano Atlántico, incluyendo el Mar Caribe, y puede estar condicionado, ante todo, por los muy altos valores de la temperatura del mar en el Caribe registrados desde 1998. Sin embargo, no se encontró la existencia de una tendencia creciente, estadísticamente significativa, de dicha actividad a lo largo de la serie de más de 200 años. No deja por ello de ser sumamente importante dicho comportamiento, ya que constituye una de las más peligrosas variaciones observadas en el clima de Cuba en los años recientes.

Durante las últimas tres décadas se ha observado un incremento en la ocurrencia de inundaciones moderadas y fuertes para las costas de Cuba, independientemente de los eventos meteorológicos que las generan, aunque para los ciclones tropicales la tendencia es menos pronunciada. (Figuras 3.5 y 3.6).

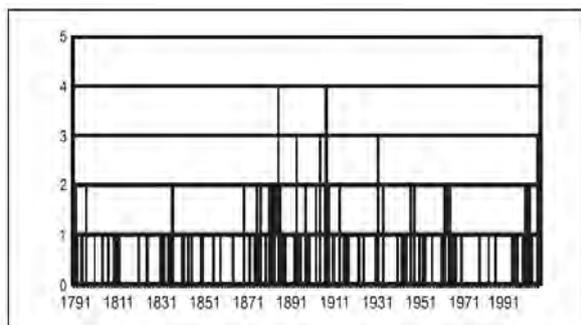


Figura 3.5 Número anual de huracanes que han afectado a Cuba (1791-2008).

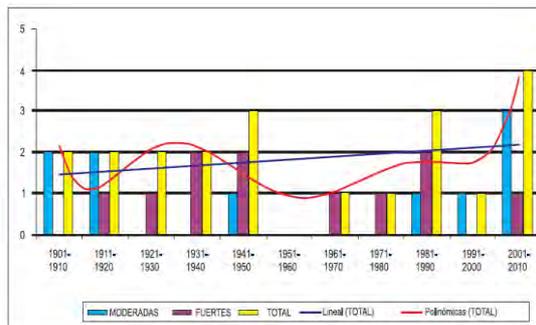


Figura 3.6 Inundaciones moderadas y fuertes provocadas por huracanes.

Se ha producido un incremento de la influencia anticiclónica sobre el área, lo que implica a su vez el gradual predominio de las corrientes zonales del este y movimientos verticales descendentes.

Es probable que:

Existe una estrecha vinculación entre las variaciones de la dorsal anticiclónica, las variaciones observadas en los patrones de teleconexión del Pacífico-Norteamérica (PNA), la Oscilación del Atlántico Norte (NAO) y Atlántico Este (EA) con las fluctuaciones observadas en las temperaturas y las precipitaciones. De hecho, los incrementos en la frecuencia e intensidad de las sequías parecen vincularse con esos procesos.

La mayor frecuencia de los eventos de sequía y de los huracanes que afectan al país ha contribuido a hacer más extremo el clima. Este aspecto de las variaciones observadas es uno de los más importantes a tener en cuenta en materia de adaptación a la variabilidad del clima y el cambio climático en Cuba.

El incremento de la actividad ciclónica sobre Cuba haya implicado un aumento de los eventos de las grandes precipitaciones.

Existen otros aspectos sobre los que aún hay incertidumbres y que requieren de un mayor grado de estudio, entre ellos:

- La relación existente entre el incremento de la temperatura superficial del mar en el Caribe, los patrones de la circulación atmosférica y las variaciones observadas en la temperatura y la precipitación en Cuba, principalmente en lo referente a los eventos de grandes precipitaciones y las sequías.
- Los nexos entre los eventos severos, incluyendo ciclones tropicales, y el incremento de las temperaturas sobre Cuba.

3.4 Proyecciones del clima para los años 2050 y 2100

Se realizaron proyecciones de clima del futuro, basadas en distintos modelos climáticos, con el auxilio de PRECIS (Centella et al, 2008) para el área que se muestra en la Figura 3.7. Los resultados fueron consistentes con las tendencias y