

# 2<sup>a</sup> Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático

Bogotá, D.C.,  
Junio de 2010



Instituto de Hidrología,  
Meteorología y  
Estudios Ambientales



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

**Director del Proyecto**

Ricardo José Lozano Picón

**Secretaria General**

Carolina Chinchilla Torres

**Subdirector de Estudios Ambientales**

Mauricio Cabrera Leal

**Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo –PNUD–**

Bruno Moro

Piedad Martín Martín

Luisz Olmedo Martínez

**Edición y revisión**

Mauricio Cabrera Leal

Martha Duarte Ortega

María Margarita Gutiérrez Arias

Pedro Simón Lamprea Quiroga

**Coordinación**

Martha Duarte Ortega

**Fotografía de la portada**

PNN Los Nevados. 2010. Mario González Guarín

**Diseño y diagramación**

Víctor Manuel Riveros Lemus – Editorial Scripto Ltda.

**Impresión y acabados**

Editorial Scripto Ltda.

© **Junio de 2010, Colombia**

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –Ideam–

**ISBN: XXXXXX**

Impreso y hecho en Bogotá, Colombia

**ADVERTENCIA:**

Esta edición tiene en su origen un carácter colectivo y contó con el aporte de numerosos investigadores y de entidades públicas y privadas.

El Ideam actúa en su condición de editor general, pero los juicios e ideas no son de su entera responsabilidad.

Se puede citar parcialmente invocando la fuente y previa autorización del Ideam.

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

**Dr. Álvaro Uribe Vélez**  
Presidente de la República

**Comité Directivo de Segunda Comunicación Nacional**

**Dr. Jaime Bermúdez Merizalde**  
Ministro de Relaciones Exteriores

**Dr. Carlos Costa Posada**  
Ministro de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

**Dra. Claudia Patricia Mora Pineda**  
Viceministra de Ambiente

**Dr. Ricardo José Lozano Picón**  
Director Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

**Dr. Andrés Fernández Acosta**  
Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural

**Dr. Diego Palacio Betancourt**  
Ministro de la Protección Social

**Dr. Hernán Martínez Torres**  
Ministro de Minas y Energía

**Dr. Andrés Uriel Gallego Henao**  
Ministro de Transporte

**Dr. Esteban Piedrahíta Uribe**  
Director Departamento Nacional de Planeación

**Dr. Héctor Maldonado Gómez**  
Director Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE–

**Dr. Bruno Moro**  
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo –PNUD–

## Los autores

Diana Barba; Mauricio Bedoya S., Henry O. Benavides, Dalia Mercedes Buitrago Benavides,  
Mauricio Cabrera Leal, María Cecilia Cardona R., Helio Carrillo Peñuela,  
Shirley Castillo Díaz, Claudia Contreras, Patricia Cuervo C., Jennifer Dorado Delgado, Martha Duarte O.,  
Sandra Garavito, Carlos Gómez, Juanita González L., María Margarita Gutiérrez Arias, Omar Jaramillo,  
Pedro Simón Lamprea Quiroga, Gloria Esperanza León, Sandra Lucía López, Ricardo José Lozano P., Ruth Mayorga,  
Cesar Augusto Martínez Ch., Gladys Moreno, Helmuth E. Nieves O., Claudia Patricia Olarte V.,  
Sergio Camilo Ortega P., Salua Osorio, Luis Gabriel Padilla Tenjo, Javier Pava Sánchez, Adriana Pedraza Galeano,  
Andrea Piñeres, Ana Derly Pulido Guío, Giampiero Renzoni, Carmen B. Rodríguez M., Juliana Edith Rodríguez,  
Franklin Ruiz, Gabriel de Jesús Saldarriaga Orozco, Sandra Lorena Santamaría, Lucio Santos,  
Magda Mallén Sierra Urrego, Eduardo Andrés Tobón Q., Adriana Valenzuela, Luz Dary Yepes.

## Colaboradores

Guillermo A. Acevedo M., Andrea Albán, Henry Antonio Alterio, Carlos Álvarez, Diana Álvarez, Ángela Andrade P., Iván Fernando Ángel, Roberto C. Angulo S., Héctor Anzola, María Victoria Arciniegas, Luz Marina Arévalo, Alejandro Ayala, Miguel Ayarza, Brigitte Luis Guillermo Baptiste, Joaquín Barrero, Juan Mauricio Bedoya, Marcela Bonilla, David Buijes, Julian Chará, Edersson Cabrera, Silvia Calderón, Claudia Capera L., Helio Carillo, Fernando Castrillón, Jorge Luis Ceballos, Martha Liliana Cediell, Juan Antonio Clavijo D., Claudia Yaneth Contreras, Elsy Corrales, Julián Javier Corrales C., Diana Cristina Díaz, Jennifer Dorado Delgado, Angélica Echavarría, Francisco A. Espinosa, Christian Euscátegui, Zoraida Fajardo, Carolina Figueroa, Juan Fernando Flórez Hernández, Daniel Fonseca, Ángela Forero, Diana Carolina Forero, Lorena Franco V., Omar Franco T., Andrea García, Hernando García, Jaison García, María Claudia García, Martha García H., Nelson García P., Andrés González, Juanita González L., Olga Cecilia González, Olga Victoria González, Margarita Gutiérrez A., Teresa Hernández, Beatriz Herrera J., Héctor H. Herrera F., Omar Jaramillo Rodríguez, Pedro Simón Lamprea Quiroga, Carlos A. Lasso, Edilberto León P., David Lissa, Ana María Loboguerrero, José Londoño, Ángela Cecilia López R., Luis Alfonso López, Yolanda López, Pilar Lozano R., Laura Mantilla, Tangmar Marmon, Piedad Martín M., Néstor Javier Martínez A., Óscar Martínez, Javier E. Mendoza S., Gerardo Montoya G., Andrés Ricardo Morales, Gladys Moreno, Leonardo Moreno, María Fernanda Murcia, Enrique Murgueitio, Helmuth Nieves, Laura Noriega, Luis Obando, Eduardo Ojeda, Claudia Olarte V., Daniel Alejandro Ordóñez, María Fernanda Ordóñez, José Daniel Pabón, Diana Palacios, Gisela Paredes Leguizamón, Javier Pava, Juan Fernando Plazas, Adriana Pedraza G., Carlos Pedroza, Andrea Piñeros P., Carol Ramírez, Ernesto Rangel M., Giampiero Renzoni, David A. Riaño, Néstor M. Riaño, Camilo Rodríguez, Juliana Edith Rodríguez, Ricardo Rodríguez Y., Camila Romero, Juan Pablo Ruiz, Santiago Saavedra, Javier Sabogal, Luisa Paola Salazar, Lina Sánchez M., Fabio Vladimir Sánchez C., Lorena Santamaría, Oscar Mauricio Santos, Klaus Schutze P., Carlos Sierra, Paula Sierra, Adriana Soto, César Suárez, Carlos Mario Tamayo, José Ignacio Torres, Diana Carolina Useche, Diana Vargas, María Zulema Vélez, Gustavo Wilches Ch., Eduardo Zea

## Coordinación y supervisión

Mauricio Cabrera Leal  
Martha Duarte Ortega  
María Margarita Gutiérrez Arias

**Directivos**  
**Proyecto Nacional Piloto de Adaptación – INAP**

Carlos Costa Posada  
**Ministro de Ambiente, Vivienda  
y Desarrollo Territorial**

Ricardo José Lozano Picón  
**Director Instituto de Hidrología, Meteorología  
y Estudios Ambientales**

Fabio Arjona Hincapié  
**Director Conservación Internacional – Colombia**

Ángela Andrade Pérez  
**Coordinadora Proyecto INAP**

Alejandro Ayala Rodríguez  
**Apoyo a la Coordinación Proyecto INAP**

Francisco Arias Isaza  
**Director Instituto de Investigaciones Marinas  
y Costeras José Benito Vives de Andrés - Invemar**

Juan Gonzalo López Casas  
**Director Instituto Nacional de Salud**

Elizabeth Taylor Jay  
**Directora Corporación para el Desarrollo Sostenible  
del Archipiélago de San Andrés, Providencia  
y Santa Catalina - Coralina**

Luz Marina Arévalo Sánchez  
**Subdirectora de Ecosistemas e Información Ambiental – Ideam**

Ernesto Rangel Mantilla  
**Subdirector de Meteorología – Ideam**

Mauricio Cabrera Leal  
**Subdirector de Estudios Ambientales – Ideam**

Margarita Gutiérrez Arias  
**Asesora Dirección –Ideam**

**Componente A**

**Coordinador**

Jorge Zea

**Colaboradores**

Franklyn Ruiz, Henry Benavides, Araminta Vega, Claudia Johana Caro, Jorge Semma, Lázaro Supelano, Luis Alfonso López, José Daniel Pabón, Gerardo Montoya

**Componente B**

**Coordinador**

Klaus Schütze Páez

**Colaboradores**

María M. Medina, José Ville Triana, Héctor Fabio Mafla, Luz H. Hernández, Alexander Guerrero, Rosario Martínez, Carolina Vera, Nelly Parra, Rolando Zamora, Karol Martínez, Jairo Cifuentes

Alcaldías de los municipios de La Calera y Choachí

**Grupo de monitoreo del ciclo del agua y el carbono del Ideam**

Claudia Olarte, Jorge Luis Ceballos, Oscar Martínez, Jeimy Avendaño, Félix Ignacio Meneses y Fabián Caicedo

**Componente C – Insular costero**

**Coordinadora**

Paula Cristina Sierra Correa

**Colaboradores**

Daniel Roza, Pilar Lozano, Julián Pizarro, Carlos Andrade, Kelly Gómez, Tomás López, David A. Alonso Carvajal, Álvaro Cabrera, Julio Bohórquez, Ana Marlene Arriaga

**Componente C – Insular oceánico**

**Coordinadora**

Margarita Rojas

**Colaboradores**

Opal Bent Z. y Sonia Jay

**Componente D**

**Coordinadora**

Salua Osorio Mrad

**Colaboradores**

Harish Padmanabha, comunidades barrios Ciudadela 20 de Julio y Chiquinquirá (Barranquilla), Campohermoso y La Cumbre (Bucaramanga y Floridablanca), Colinas y la Cumbre (Armenia), Viviana Cerón, Patricia Gutiérrez, José Moreno, Olga Ospina, Universidad Nacional-Facultad de Medicina, Escuela de Ingeniería de Antioquia, Universidad de Columbia-International Research Institute, Secretaría de Salud del Valle, Secretaría de Salud del Guaviare, Secretaría de Salud de Córdoba, Secretaría de Salud del Cauca, Comunidades de San José del Guaviare, Buenaventura, Montelíbano, Puerto Libertador y Guapi.

**Equipo de trabajo**  
**Programa conjunto integración de ecosistemas  
y adaptación al cambio climático en el Macizo Colombiano**

**Comité de Gestión del Programa**  
Cancillería – MAVDT – DNP – IDEAM  
– Sistema de Naciones Unidas (PNUD, FAO, Unicef y OPS) – CRC  
– Asociación de Cabildos – Asocampo

**Equipo del Sistema de Naciones Unidas**  
Piedad Martín, Raquel Pérez, Luis A. Ortega,  
Carlos Ayala P., Carlos Godfrey, Luis A. Sánchez, Francisco Burbano,  
Adriana Puech, Teófilo Monteiro, María Mahecha, Luis A. Londoño

**Equipo Ideam**  
Ricardo José Lozano Picón, Mauricio Cabrera Leal,  
Margarita Gutiérrez Arias, Patricia Cuervo Cuéllar

**Coordinación del programa**  
Andrés González P., Claudia Capera L.,  
Freddy Hernández

**Entidades regionales**  
Gobernación del Cauca, municipios de Popayán y Puracé,  
Corporación Autónoma Regional del Cauca

**Agencia donante**  
Fondo PNUD – España para el logro de los ODM

**Asesores externos en políticas públicas**

Gustavo Wilches Chau y Jorge Iván González

**Equipo de Sabedores Indígenas**

Doris Alejo Moleno, Marta Montaña, Nancy Rojas y José Domingo Caldón

**Equipo de promotores comunitarios de sistemas productivos  
y seguridad alimentaria**

Benjamín Quilindo y Leoncio Peña - Asociación Campesina Asocampo  
Ronald Muñoz Clalapú - Resguardo de Paletará  
Eduar Guañarita - Resguardo de Coconuco  
Floresmiro Pisso - Resguardo de Puracé  
Aurelio Maca - Resguardo de Poblazón  
Alberto Sánchez y Mauricio Sánchez - Resguardo de Quintana  
Karina Bolaños - Resguardo de Paletará  
Alfonso Benavides - Resguardo de Kokonuco  
Gentil Ortega - Asociación Campesina Asoproquintana

**Equipo de recurso hídrico, ecosistemas y entornos saludables**

Manuel Mompotes - Resguardo de Puracé  
Oswaldo Quilindo - Resguardo de Puracé  
Karina Bolaños - Resguardo de Paletará  
Christian Jaramillo - Resguardo de Paletará  
Estela Quilindo - Resguardo de Quintana  
Harol Melenje - Resguardo de Kokonuco  
Zoraida Golondrino - Asociación Campesina Asocampo

**Equipo eje transversalización de género**

Marta Licenia Escobar - Asociación campesina Asocampo  
Adriana Mariaca - Resguardo de Quintana  
Adriana Caldón - Resguardo de Puracé  
Lorena Bolaños - Resguardo de Paletará  
Liber Arboleda - Resguardo de Kokonuco



## AGRADECIMIENTOS

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –Ideam–, agradece de manera especial al Fondo para el Medio Ambiente Mundial –FMAM– (Sigla en Inglés: GEF), al Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo –PNUD– a las siguientes entidades que contribuyeron al logro de esta publicación, por el apoyo e información:

- Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (Accefyn)
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá
- Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar (Asocaña)
- Banco Mundial
- Bayer
- Canal RCN
- Centro de Estudios para la Investigación de la Caña de Azúcar (Cenicaña)
- Concesión Distritos de Riego
- Conservación Internacional (CI)
- Corporación Autónoma Regional (CAR)
- Corporación Autónoma Regional de Risaralda (Carder)
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC)
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica)
- Corporación grupo Tayrona
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Coralina)
- Cruz Roja Colombiana
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane)
- Departamento Nacional de Planeación (DNP)
- Dirección de Prevención y Atención de Desastres
- Federación Nacional de Arroceros (Fedearroz)
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia
- Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (Fenalce)
- Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma)
- Federación Nacional de Ganaderos (Fedegan)
- Fondo Mundial para la Naturaleza (sigla en inglés: WWF)
- Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM)
- Fundación Río Urbano
- Fundación Siembra Colombia
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi)
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)
- Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (Incoder)
- Instituto Colombiano de Geología y Minería (Ingeominas)
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés (Invemar)
- Instituto de Planificación de Soluciones Energéticas (IPSE)
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)
- Instituto Nacional de Salud (INS)
- Maloka
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR)
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT)
- Ministerio de Educación Nacional (MEN)
- Ministerio de Minas y Energía (MME)
- Ministerio de Relaciones Exteriores (MRE)
- Subdirección de Hidrología –Ideam
- Subdirección de Meteorología – Ideam
- Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental –Ideam
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD)
- Organización juvenil ambiental
- Organización para la Educación y Protección Ambiental (OPEPA)
- Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)
- Policía Nacional
- Pontificia Universidad Javeriana
- Procuraduría General de la Nación (PGN)
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
- Red Colombiana de Formación Ambiental (RCFA)
- Red de Desarrollo Sostenible (RDS)
- Secretaría Distrital de Ambiente (SDA)
- Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN)
- Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)
- Unidad Técnica de Ozono (UTO)
- Universidad de los Andes
- Universidad Distrital Francisco José de Caldas
- Universidad Nacional de Colombia (Bogotá - Medellín)
- Universidad Politécnica Gran Colombiano





## CONTENIDO GENERAL

	Página
<b>PRÓLOGO</b> .....	<b>13</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>15</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	<b>17</b>
<b>EXECUTIVE SUMMARY</b> .....	<b>45</b>
<b>SIGLAS, ACRÓNIMOS Y CONVENCIONES</b> .....	<b>71</b>
Capítulo Uno	
<b>CIRCUNSTANCIAS NACIONALES</b> .....	<b>75</b>
Capítulo Dos	
<b>INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO</b> .....	<b>119</b>
Capítulo Tres	
<b>MITIGACIÓN</b> .....	<b>153</b>
Capítulo Cuatro	
<b>VULNERABILIDAD</b> .....	<b>193</b>
Capítulo Cinco	
<b>ADAPTACIÓN</b> .....	<b>321</b>
Capítulo Seis	
<b>EDUCACIÓN, FORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN A PÚBLICOS</b> .....	<b>365</b>
Capítulo Siete	
<b>OBSTÁCULOS, NECESIDADES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>397</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>409</b>
<b>GLOSARIO</b> .....	<b>437</b>



## PRÓLOGO

Con la presentación de la Segunda Comunicación Nacional (SCN) de Colombia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) el país atiende uno de sus compromisos adquiridos ante las Partes de la Convención.

El documento presenta el inventario nacional de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero para los años 2000 y 2004 cuyo cálculo se determinó con base en la información disponible, utilizando las metodologías aprobadas por la Conferencia de las Partes de la CMNUCC. Los resultados obtenidos permiten identificar las fortalezas y oportunidades de mejoramiento en el flujo de información y en la articulación interinstitucional y a su vez, éstos se constituyen en un aporte para la identificación y consolidación de la información sectorial necesaria para futuros inventarios.

El inventario de fuentes y sumideros de GEI permitió identificar las principales oportunidades de reducción de gases y de captura de éstos para articularlos con las acciones desarrolladas en materia de mitigación a través de las políticas, planes, programas y proyectos de los diferentes sectores productivos del país. Adicionalmente, se efectuó un análisis riguroso de las características fisicobióticas y socioeconómicas para determinar la alta vulnerabilidad de Colombia ante los efectos adversos del cambio climático con base en los principales cambios hidrometeorológicos relacionados con cambio climático. Por último se exponen las acciones que se han adelantado en materia de adaptación y se trazan los objetivos y líneas estratégicas para disminuir el impacto y determinar las prioridades de acción.

Es procedente mencionar que el proceso coordinado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) se pudo realizar por el aporte de diferentes entidades públicas y privadas del ámbito nacional, regional y local, que con el compromiso de sus profesionales aportaron en el proceso de construcción del documento, lo que además le dio un significativo valor agregado a la voluntad interinstitucional de enfrentar este nuevo reto.

En efecto, Colombia, por ser un país que alberga un alto porcentaje de la biodiversidad del mundo y por sus condiciones pluriculturales y socioeconómicas, debe prepararse para una realidad cada vez más exigente por los riesgos que requieren ser gestionados. Por consiguiente es necesario avanzar en políticas que le permitan construir y mantener modelos de desarrollo sostenibles, que sean lo suficientemente prácticos para planear y actuar con medidas efectivas dirigidas a los sectores y comunidades más vulnerables. Con el trabajo interinstitucional y el compromiso público privado se podrán tener un país mejor preparado y una sociedad más consciente de sus relaciones de producción y sus efectos sobre el medio ambiente y los recursos naturales, adaptada al cambio climático.

Colombia se ha comprometido a abordar de manera integral las implicaciones del cambio climático. En materia de adaptación debemos identificar tempranamente nuestras principales vulnerabilidades e identificarlas eficazmente para enfrentarlas a tiempo; en mitigación Colombia está comprometida a mantener su desarrollo con una estrategia que mantenga bajas emisiones de carbono.

El sector empresarial y de comercio debe identificar las oportunidades existentes y futuras que se presenten con la adopción de los acuerdos globales que están en negociación. Por último, el País deberá consolidar su estructura de control a la deforestación y protección de la Amazonia como su principal aporte al planeta.

En este contexto es que la Segunda Comunicación Nacional (SCN) de Colombia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) llega en el momento oportuno como insumo para la definición de las políticas Nacionales en materia de Cambio Climático.



## INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta las “responsabilidades comunes pero diferenciadas y el carácter específico de sus prioridades nacionales y regionales del desarrollo, sus objetivos y sus prioridades y circunstancias<sup>1</sup>” según lo estipulado por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), Colombia como país perteneciente a las Partes no incluidas en el Anexo I, presenta su Segunda Comunicación Nacional (SCN).

La Primera Comunicación Nacional (PCN), efectuada en diciembre de 2001, y esta nueva comunicación, son documentos que reflejan el esfuerzo del país, además de presentar la evolución de las políticas y acciones colombianas, las cuales deberán ser valoradas en los espacios organizados por la cooperación internacional, con el propósito de establecer acciones concretas y efectivas para los países que reciben los efectos adversos del cambio climático.

Se ha encontrado que el aumento global de la concentración de dióxido de carbono se debe fundamentalmente al uso de combustibles fósiles y a los cambios del uso del suelo, mientras que el metano y el óxido nitroso se deben principalmente a la agricultura y la ganadería (IPCC, 2007). Vale decir, además, que los progresos científicos obtenidos desde el Tercer Informe de Evaluación (TIE), están sustentados por una cantidad considerable de datos nuevos, análisis más perfeccionados, adelantos en el conocimiento de los procesos con la simulación a través de modelos y por la exploración intensiva de los niveles de incertidumbre.

Colombia, a pesar de tener un territorio con actividades agropecuarias relativamente modestas al compararlas con los demás países que aportan más emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), igualmente conserva grandes extensiones de bosques y regiones naturales con significativa importancia mundial. Tales condiciones dan pie para identificar gestiones enfocadas a conocer con más detalle el valor de sus esfuerzos ante las diferentes afectaciones sobre sus ecosistemas y comunidades por el cambio climático derivado de los aportes externos.

El análisis de la información adelantado por el país para obtener un resultado total del 0,37% de las emisiones globales de CO<sub>2</sub> en el año 2004, si bien expone una participación muy reducida en las emisiones globales, no la excluye de los efectos derivados del cambio climático.

Así las cosas, es necesario tener en cuenta la importancia de los efectos del cambio climático en los diferentes ecosistemas, procesos productivos y sociales en el país para gestionar acciones de adaptación que debe desarrollar el país progresivamente con el apoyo internacional.

La Segunda Comunicación Nacional, según la estructura del IPCC<sup>2</sup>, se expone en siete capítulos a saber:

**Capítulo 1 Circunstancias Nacionales:** Se describen las características principales del país, con sus aspectos geográficos y políticos, la oferta ambiental y las características sociales, económicas e institucionales.

**Capítulo 2 Inventario Nacional de Fuentes y Sumideros de Gases de Efecto Invernadero 2000 y 2004:** En este apartado se muestran los resultados obtenidos de cada uno de los módulos, además de contrastar las cifras obtenidas con los datos de otros países, con el fin de presentar un panorama o visión rápida de las emisiones

<sup>1</sup> Art. 4.1 a. de la UNFCCC.

<sup>2</sup> Art. 12 de la UNFCCC: Hace referencia a la transmisión de información relacionada con la aplicación de la Convención, la cual establece según el párrafo 1° del artículo 4, que cada una de las partes deberá transmitir a la Conferencia de las Partes, a través de la Secretaría: a) Un inventario nacional, en la medida que lo permitan sus posibilidades, de las emisiones antropógenas por fuentes y la absorción por sumideros de todos los GEI no controlados por el Protocolo de Montreal, que haya sido elaborado utilizando las metodologías comparables que promoverá y aprobará la Conferencia de las Partes. b) Una descripción general de las medidas que ha adoptado o prevé adoptar para aplicar la Convención. c) Cualquier otra información que la Parte considere pertinente para el logro del objetivo de la Convención y apta para su inclusión en la comunicación.

colombianas en el contexto regional y mundial. Adicionalmente, se presentan las limitaciones, recomendaciones y necesidades para los futuros inventarios de gases de efecto invernadero.

**Capítulo 3 Mitigación:** Se presentan las políticas, planes, programas y proyectos sectoriales y nacionales asociados con la mitigación. Asimismo, se exponen las prioridades de mitigación según el inventario de GEI, junto con la participación de Colombia en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).

**Capítulo 4 Vulnerabilidad:** Tomando como insumo los fenómenos climáticos y, en particular, los escenarios de cambio climático para temperatura y precipitación para Colombia se determinó la sensibilidad, exposición, impacto, vulnerabilidad, riesgo y capacidad adaptativa de los sectores productivos, ecosistemas, población y del recurso hídrico. Adicionalmente se efectuó un análisis de los ecosistemas marinos y costeros y glaciares.

**Capítulo 5 Adaptación:** Con base en los resultados de la vulnerabilidad del país se establecieron las líneas estratégicas de adaptación al cambio climático y las principales acciones a desarrollar. Adicionalmente se presentan los principales actores que vienen participando en la formulación y gestión de proyectos de adaptación así como los resultados de los tres proyectos nacionales de adaptación que se han venido desarrollando.

**Capítulo 6 Estrategia de Educación, Formación y Sensibilización de Públicos:** En este capítulo se presenta los lineamientos generales de la estrategia nacional orientado a formar y sensibilizar a la población para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Asimismo, se presentan las principales acciones que han desarrollado diferentes instituciones en el tema.

**Capítulo 7 Obstáculos, Carencias y Necesidades:** En este último capítulo se exponen las limitaciones, dificultades y necesidades identificadas durante la elaboración de la SCN y se plantean las principales recomendaciones y oportunidades de mejoramiento para futuras comunicaciones nacionales y para el direccionamiento y gestión de recursos.

# RESUMEN EJECUTIVO<sup>1</sup>

## 1. CIRCUNSTANCIAS NACIONALES

El país se ha caracterizado por contar con políticas ambientales e iniciativas de conservación, que incluyen desde la sociedad civil hasta la alta gestión pública, y que están fortalecidas por la Constitución Política, donde se establece la obligación del Estado de proteger las riquezas naturales de la Nación.

Con la creación del Ministerio del Medio Ambiente y del Sistema Nacional Ambiental (SINA) mediante la Ley 99 de 1993 se establecieron el conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones que permiten la puesta en marcha de los principios generales ambientales. En este marco legal se establecieron los institutos de investigación necesarios para apoyar la formulación de políticas, normas y directrices en la materia.

Referente a cambio climático Colombia aprobó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), mediante la Ley 164 de 1994 y aprobó el protocolo de Kyoto mediante Ley 629 de 2000. Posteriormente se designó al Ideam como la entidad coordinadora de la elaboración de las Comunicaciones Nacionales, y se expidió el documento Conpes 3242 de 2003 sobre la “Estrategia Nacional para la venta de servicios ambientales de mitigación de cambio climático”. Finalmente se ajustaron los mecanismos para la aprobación nacional de proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero que optan por MDL; y se creó el Comité Técnico Intersectorial de Mitigación del Cambio Climático del Consejo Nacional Ambiental.

Colombia tiene una extensión territorial de 2.070.408 km<sup>2</sup>, incluidas las áreas terrestres (1.141.748 km<sup>2</sup>) y marinas (928.660 km<sup>2</sup>). Su área continental se divide en cinco las regiones naturales del Caribe, Pacífico, Amazonia, Orinoquia y Andes y en el área marina del Caribe se encuentra una región insular. El territorio está dividido político administrativamente en 32 departamentos, subdivididos en municipios.

La características fisiográficas del país son diversas y complejas, destacándose la cordillera de Los Andes con sus tres grandes divisiones -Cordillera Occidental, Central y Oriental- con génesis, edades y litologías propias, separadas entre ellas por los valles de los ríos Cauca y Magdalena y alturas máximas entre los 4.700 y los 5.400 msnm.

El país se localiza en la franja ecuatorial por lo que está bajo la influencia de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT). Éste es un factor determinante en la distribución espacio-temporal de la precipitación, de la nubosidad y de otras variables climatológicas en Colombia. La localización al noroccidente de Suramérica propicia, igualmente, la influencia de los procesos que ocurren en los océanos Atlántico Tropical, el mar Caribe y el Pacífico Tropical.

La precipitación media anual en Colombia es de 3.000 mm con una evapotranspiración real de 1.180 mm y una escorrentía media anual de 1.830 mm (Ideam *et al.*, 2004). De ésta aproximadamente el 61% se convierte en escorrentía superficial, generando un caudal medio de 67.000 m<sup>3</sup>/seg, equivalente a un volumen anual de 2.084 km<sup>3</sup> que escurren por las cinco grandes regiones hidrológicas que caracterizan el territorio continental, de la siguiente forma: 11% en la región Magdalena – Cauca, 5%; en la región del Caribe; 18% para la región del Pacífico; 34% por la región de la Amazonia y 32% por la región de la Orinoquia.

<sup>1</sup> Las fuentes o referencias citadas en este resumen técnico pueden ser consultadas en el documento principal, en la bibliografía de cada uno de los capítulos.

Con base en el mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (Ideam *et al.*, 2007), el territorio está constituido por tres grandes biomas: Gran Bioma del Desierto Tropical, en el departamento de la Guajira; Gran Bioma del Bosque Seco Tropical, en la región Caribe, alto Magdalena y Valle del Cauca; y el Gran Bioma del Bosque Húmedo Tropical, que abarca el resto del territorio nacional continental. Cada uno de éstos posee sus respectivos tipos de biomas, ya sea zonobioma, orobioma o pedobioma. Dentro de los tres grandes biomas y los 32 tipos de biomas identificados, se presentan 311 ecosistemas continentales y costeros.

Del total nacional, el ecosistema continental con mayor área es el Bosque natural del zonobioma húmedo tropical de la Amazonia-Orinoquia (29 388.782 ha), seguido por los Herbazales del peinobioma de la Amazonia-Orinoquia (6 972.311 ha), Bosques naturales del litobioma de la Amazonia-Orinoquia (6 545.016 ha), Bosques naturales del heliobioma de la Amazonia-Orinoquia (6 167.279 ha) y Bosques naturales del orobioma bajo de los Andes (5 188.863 ha).

Los cuatro ecosistemas marinos identificados están distribuidos a lo largo del litoral en los dos océanos, incluyendo los sistemas insulares, los cuales son: las lagunas costeras y los manglares, como ecosistemas costeros; y las praderas de pastos marinos y las áreas coralinas, como ecosistemas bénticos marinos (Ideam *et al.*, 2007).

Según proyecciones del DANE, la población en Colombia para el año 2008 era de 44.450.260 habitantes, siendo el segundo país más poblado de Suramérica y el cuarto de América. En la región Andina se asienta 75% de la población, mientras la región Caribe alberga 21%. Las siete ciudades más grandes del país poseen el 34% de la población, con una tasa de crecimiento demográfico más alta que la del resto del país.

La esperanza de vida al nacer se ha incrementado gradualmente entre 1985 y 2005, tanto en hombres como en mujeres, y la tasa de mortalidad infantil ha mostrado una tendencia a disminuir en este mismo periodo (DANE, 2007a). La fecundidad ha venido registrando una reducción de 27,5% en los últimos 20 años (DANE, 2007b).

La estructura poblacional se compone de: mestizos 51%, blancos 35%, negros 10,6% e indígenas 3,4% (DANE, 2005). Alrededor de 31 millones de hectáreas son de resguardos indígenas y 5,5 millones de territorios de comunidades negras.

En términos estructurales, el PIB está representado en gran parte por el sector servicios en el que se ha observado un crecimiento constante desde la década de los cincuenta, primordialmente por los servicios financieros y la ampliación en la cobertura de los servicios públicos. La representación de este sector en el PIB pasó de 27% en 1970 a 42% en 2003 (Cárdenas, 2007). En tal sentido, la participación de la producción primaria y manufacturera se han disminuido y estabilizado dentro de la estructura de generación de valor en Colombia (Ortiz *et al.*, 2009).

La producción de bienes primarios provenientes de la agricultura, silvicultura, caza y pesca han perdido su peso relativo dentro de la estructura del PIB de manera sostenida, mientras que la minería ha crecido sostenidamente durante las dos últimas décadas.

Después de presentarse en 1999 una variación anual negativa en 4,2%, el PIB inició una lenta recuperación desde el año 2000, presentando en el año 2001 el mismo valor del PIB registrado en 1998. En el año 2006 se presentó un crecimiento de 6,84% que evidencia una fase expansiva impulsada principalmente por las exportaciones (DNP, 2006).

De acuerdo con el DANE y el Banco de la República, la economía ha mostrado una recuperación de su PIB a partir del año 2000, pasando de \$89.968 millones de pesos (constantes de 1994) a \$121.924 de pesos en el año 2007; que corresponde a un incremento del PIB per cápita (en dólares a precios de 1994) de \$2.126 (2000) a USD \$2.566 (2007<sup>2</sup>). No obstante, el año 2009 se caracterizó por la disminución del crecimiento, luego de un importante periodo de expansión económica, haciendo de éste posiblemente el primer año de un ciclo de desaceleración ocasionado por la crisis económica mundial.

## 2. INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)

Colombia realizó el inventario nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para los años 2000 y 2004 siguiendo las directrices del Panel Intergubernamental sobre Cambio climático (IPCC) sobre las buenas prácticas y el manejo de la incertidumbre.

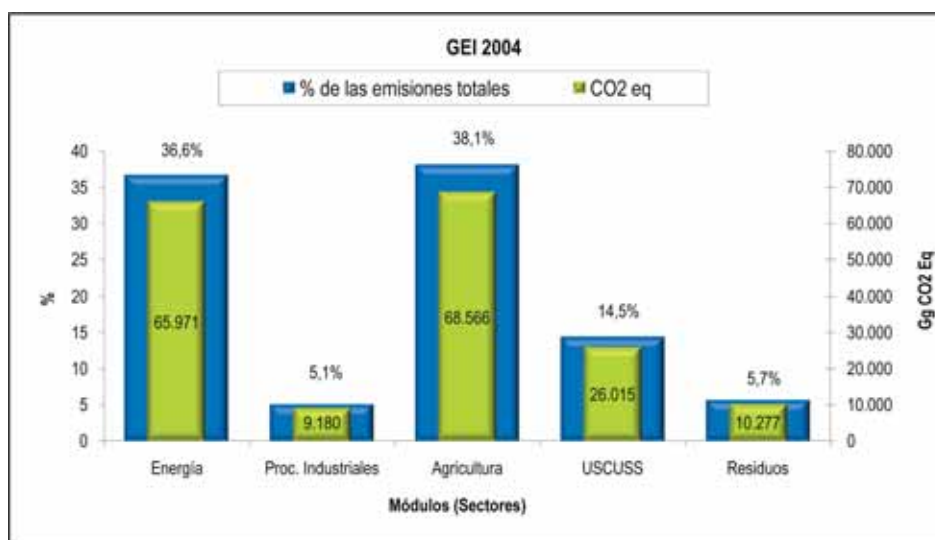
Los resultados de dicho inventario, determinan que el aporte de los GEI se compone de: dióxido de carbono (50%), metano (30%) y óxido nitroso (19%); quedando el 1% para el resto de gases que causan efecto de invernadero y no



están dentro del Protocolo de Montreal, como los hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (CFC) y halocarbonos y hexafluoruro de azufre (Ideam, 2008c).

En valores enteros, los sectores que más emisiones de GEI aportaron en el año 2004 fueron: Agricultura (38%); Energía (37%); y Uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura –Uscuss– (14%). Seguidos por: Residuos sólidos (6%) y Procesos Industriales (5%). Al sumar las emisiones totales de los módulos de Agricultura con los de Uscuss, es evidente el aporte significativo que tiene el sector en general con alrededor del 50% de las emisiones totales en los años 2000 y 2004 (ver la figura 2.1).

Figura 2.1. Participación de cada módulo (sector) y emisión total de GEI año 2004



Fuente: Ideam, 2009.

En la Tabla 2.1 se puede observar con detalle, las actividades o categorías que más aportaron emisiones de GEI en unidades de CO<sub>2</sub> eq, en el año 2004 y que corresponde al 80% de los GEI emitidos.

Tabla 2.1. Principales módulos y categorías / actividades aportantes de GEI, año 2004

Módulos y categorías principales		% de CO <sub>2</sub> eq.
Energía	Transporte	12,1
	Industrias de la energía	8,5
	Industrias manufactureras y de la construcción	7,3
Agricultura	Fermentación entérica	18,5
	Suelos Agrícolas	18,1
USCUS	Emisión de CO <sub>2</sub> del Suelo	4,1
	Conversión de bosques y praderas	9,2
Residuos	Disposición de residuos sólidos en la tierra	5,0
<b>Varios</b>	<b>Acumulado de los más representativos:</b>	<b>79,8%</b>

Fuente: Ideam, 2009.

De acuerdo con el inventario de GEI para el año 2004, Colombia aporta el 0,37% (180.010 Gg) del total emitido en el mundo (49 gigatoneladas), y las emisiones individuales (per cápita) están por debajo del valor medio mundial y muy distante de los valores registrados para Europa, Asia Occidental y Norteamérica.

### 3. MITIGACIÓN

La mitigación está definida por el IPCC, como la intervención humana para reducir el forzamiento antropógeno del sistema climático, a través de estrategias encaminadas a reducir las fuentes y emisiones de GEI y a potenciar los sumideros. Aunque Colombia no tiene compromisos de reducción de emisiones y participa marginalmente en las emisiones de GEI (0,37% de las emisiones globales), ha desarrollado e implementado diferentes políticas que promueven el desarrollo sostenible asociado a bajas emisiones de dichos gases, reflejando así una evolución en materia de mitigación a nivel nacional.

### 3.1 POLÍTICAS Y PLANES DE CARÁCTER NACIONAL ASOCIADOS CON LA MITIGACIÓN

Las acciones de mitigación en el país las coordina el Grupo de Mitigación de Cambio Climático del MAVDT, como instancia institucional específica que concentra y articula las acciones emprendidas por diferentes sectores productivos. De acuerdo con lo establecido en los Lineamientos de Política de Cambio Climático y en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2002-2006 (DNP, 2002) que definió metas en términos de reducción de emisiones GEI, se estableció la Estrategia institucional para la venta de servicios ambientales derivados de la mitigación de cambio climático (Conpes 3242), para impulsar una mayor participación del país en materia de MDL y estableció la generación del marco institucional necesario para que se desarrollen eficientemente las actividades de reducción de emisiones.

#### 3.1.1 Planes Nacionales de Desarrollo (PND) 2002-2006 y 2006-2010

El PND 2002-2006 estableció diferentes acciones a implementar en relación a la mitigación del cambio climático; se destacan: a) desarrollo de un proyecto nacional de captura de GEI, cuya meta fue reducir 250.000 t de CO<sub>2</sub>; b) apoyo a iniciativas sectoriales bajo el MDL y otros mecanismos, con el objeto de promover la participación en el mercado de carbono.

Con respecto al proyecto nacional de captura de GEI, actualmente está aprobado el primer proyecto forestal en Colombia que consiste en la reforestación de 15.000 ha, en el que se estima una reducción de cinco millones de toneladas de CO<sub>2</sub> eq por un periodo de 20 años (MAVDT, 2009).

Sectorialmente, la última meta mencionada estableció la reducción de 1.000.000 t de emisiones (CO<sub>2</sub> eq) para el sector energía; dos proyectos de transporte masivo menos contaminante, con reducciones de 800.000 t de CO<sub>2</sub> eq y un proyecto de aprovechamiento de metano por rellenos sanitarios, con 10.000 t de reducciones (CO<sub>2</sub> eq). En total, se definió que el país podría generar alrededor de 2.000.000 t en certificados de reducción de emisiones (CER), valoradas con un potencial mercado de carbono en USD \$8.000.000 de ingresos para el país (DNP, 2002).

En el desarrollo de proyectos de reducción de emisiones, durante el periodo 2002–2006, fueron aprobados cuatro proyectos de energía con una reducción estimada de 233.000 t de CO<sub>2</sub> eq. En transporte fue aprobado un proyecto con un potencial de mitigación de 246.563 t al año de CO<sub>2</sub> eq. Los anteriores proyectos podrían generar alrededor de 872.655 certificados de emisiones e ingresos aproximados de US\$3 millones. Si se adiciona el proyecto forestal, se podrían generar alrededor de 1.123.000 t CO<sub>2</sub> eq en CER, con ingresos aproximados de US\$4,5 millones (MAVDT, 2009).

El plan 2006-2010 determinó la necesidad de apoyar al actual portafolio de proyectos MDL existentes para fortalecer la oferta de bienes y servicios ambientales y promover opciones de reducción de emisiones de GEI (DNP, 2008). Actualmente existen cinco proyectos que han emitido CER de 2007 a 2009, totalizando ingresos por USD\$55.800.000 (MAVDT, 2009). Esta estrategia contempla el diseño de herramientas que permitan superar barreras técnicas, comerciales, institucionales y financieras que limiten el desarrollo y formulación de estos proyectos.

Bajo el componente de conservación de la biodiversidad, el último PND propuso el desarrollo de un Conpes que defina y reglamente el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap), los instrumentos de sostenibilidad financiera, junto con la ampliación de 200.000 ha adicionales. Además, se establece la necesidad de desarrollar planes de ordenación y manejo de 2.000.000 ha de bosque natural (DNP, 2007).

Desde el 2006 se crearon las siguientes nuevas áreas protegidas: Parque Nacional Natural (PNN) Serranía de los Churumbelos Auka-Wasi; PNN Complejo Volcánico Doña Juana Cascabel; PNN Yaigoje-Apaporis y Santuario de Flora Plantas Medicinales Orito Ingi-Ande. Con tales áreas, la meta fue superada.

#### 3.1.2 Acuerdos de cooperación multilateral

Colombia ha ratificado alianzas estratégicas multilaterales como repuesta a la necesidad de reducir la concentración de GEI, priorizando el MDL como instrumento para la mitigación eficaz y el desarrollo sostenible de Colombia.

Dentro de los principales acuerdos de entendimiento se destacan: Fondo Prototipo del Carbono del Banco Mundial; Programa Latinoamericano del Carbono y Energías Limpias Alternativas de la Corporación Andina de Fomento (CAF); Memorando de Entendimiento entre el Gobierno de los Países Bajos y la República de Colombia (2002-2012); y Memorando de Entendimiento entre el Gobierno de Francia y la República de Colombia (2003-2012).

## 3.2 ESTRATEGIAS Y PLANES SECTORIALES

### 3.2.1 Sector energético

El sector energético cuenta con diferentes planes y programas que contribuyen con la reducción de emisiones GEI, tales como: el Plan Energético Nacional 2006-2025 (MME & UPME, 2006); programa Uso Racional de Energía – URE- y Fuentes No Convencionales de Energía (MME, 2001); programa Uso Racional y Eficiente de Energía y otras formas de Energía no Convencionales -PROURE- (MME, 2001 y 2003); subprogramas de Zonas No Interconectadas (IPSE, 2005); y Programa Metano al Mercado con *Environmental Protection Agency-USA-* y el MAVDT.

En el sector petrolero, Ecopetrol S.A. estructuró una estrategia para reducir emisiones de GEI, mediante la suscripción de un acuerdo de colaboración con el BID en 2008. Con tal gestión, se identificaron 38 iniciativas de mitigación en los procesos de producción, transporte y refinación con un potencial cercano a 2.000.000 t de CO<sub>2</sub> eq/año, enfocados hacia el aprovechamiento y uso de gas, la sustitución de combustibles, la generación de energía con tecnologías y/o combustibles menos intensivos en emisiones de GEI y la eficiencia energética.

En la investigación realizada sobre potenciales de reducción de emisiones en el sector energético, la Universidad de los Andes (Cadena *et al.*, 2008), se identificó que el cambio de combustibles de carbón por gas en el sector industrial en un horizonte de 20 años, es la medida que posee mayor potencial de reducción de emisiones de GEI, aunque su costo sea alto, US\$ 35 t/CO<sub>2</sub>. Con la introducción de calderas más eficientes se tiene un potencial de reducción importante (37,6 Mt CO<sub>2</sub>) a un costo de US\$ 3,6 t/CO<sub>2</sub> y los ahorros generados por la reducción de la sobre oferta de buses urbanos tiene un potencial de reducción estimado en 32,4 Mt de CO<sub>2</sub>.

### 3.2.2 Sector transporte

Actualmente están en operación o construcción ocho Sistemas Integrados de Transporte Masivo (SITM) en Bogotá D.C., Soacha, Barranquilla, Bucaramanga, Cali, Cartagena, Medellín (Valle de Aburrá) y Pereira (Dos Quebradas) con un potencial promedio de reducción de emisiones de GEI anual cercano a 810.726 t de CO<sub>2</sub> eq<sup>3</sup>.

De acuerdo con el informe de monitoreo de las fases II y IV del sistema Transmilenio de Bogotá, se generaron reducciones de GEI de 128.905 t CO<sub>2</sub> eq, durante el periodo 2006 y 2007. Lo anterior redundó en mayor eficiencia de consumo de combustible, con 6,1 km/galón en promedio para estos años.

En términos del uso del gas natural como alternativa para una movilidad limpia, el Ministerio de Minas y Energía (MME), junto con la UPME (2002), evidenciaron la pertinencia de utilizar dicho combustible en el sector transporte, dadas las reservas probadas de gas natural.

El uso de combustibles limpios determinado por la Resolución 180158 de 2007 del MME, de conformidad con lo cosagrado en la Ley 1083 de 2006, estableció que a partir del primero de enero de 2010, las empresas prestadoras del servicio de transporte público de pasajeros que operen en áreas urbanas, utilicen vehículos que funcionen con combustibles limpios como hidrógeno, alcohol carburante, gas natural, gas licuado de petróleo, biodiesel, diesel menor de 50 ppm de azufre, gasolina reformulada y energía eléctrica.

Por otra parte el gobierno colombiano a través del MAVDT, promocionó el uso del carro eléctrico en el país y estableció la exención de arancel de importación actual del (35%). En 2010 el comité de Asuntos Aduaneros y Arancelarios (AAA) aprobó por iniciativa del MAVDT la iniciativa de que este arancel pase de 35% a 0% y se espera que la medida entre a regir en este año, una vez se expida el Decreto respectivo.

### 3.2.3 Sector industrial

Según la encuesta de opinión industrial conjunta<sup>4</sup> realizada por la ANDI<sup>5</sup> (2009), la percepción empresarial frente al cambio climático muestra un alto nivel de preocupación sobre el tema, reflejado en que 69,7% de los empresarios colombianos consideran que su negocio se verá afectado por este fenómeno.

Dentro de las medidas que tomarán los empresarios en los próximos cinco años para mitigar el cambio climático, se destacan: la eficiencia energética (80,3%), con la educación y sensibilización del personal de sus empresas (78,4%). Por otra parte, un 47,4% efectuarán cambios en sus procesos productivos y un 29,1% en sus productos;

<sup>3</sup> MAVDT, Portafolio colombiano de proyectos MDL, octubre de 2009.

<sup>4</sup> Esta encuesta incluyó por primera vez un módulo especial sobre el tema del cambio climático y su impacto sobre la industria colombiana.

<sup>5</sup> Asociación Nacional de Empresarios de Colombia.

mientras tanto, un 38% proyecta extender las exigencias a su cadena de suministro, 24,9% aportará para la protección de los ecosistemas y 24,4% planea tomar acciones concretas para neutralizar las emisiones de carbono.

### 3.2.4 Sector uso del suelo, cambio de uso y silvicultura (Uscuss)

El gobierno nacional ha diseñado en materia forestal unos instrumentos de política que involucran indirectamente medidas de mitigación como la Política de Bosques (DNP, 1996), el Plan Verde (DNP & MMA, 1998) y el Plan Nacional de Desarrollo Forestal (DNP *et al.*, 2000).

Se estableció un plan de trabajo en mitigación del sector forestal, fundamentado en el propósito de fortalecer la generación y reconocimiento del servicio ambiental que prestan los bosques en la remoción de CO<sub>2</sub>, cuyas acciones plantean: 1) determinar áreas con potencial para la ejecución de proyectos forestales de mitigación, con base en la definición de bosque en el marco del MDL (MAVDT & Ideam, 2005); 2) establecer principios, requisitos y criterios para la aprobación de proyectos forestales MDL; 3) formulación preliminar del proyecto forestal nacional MDL, con un potencial aproximado de reducción de emisiones de 26.000.000<sup>6</sup> t de CO<sub>2</sub>eq en 25 años.

Durante el periodo 2002-2008, el MAVDT ha fomentado el establecimiento de alrededor de 151.821 ha de reforestación protectora, con el objeto de apoyar la gestión integral del recurso hídrico. Se estima que éstas poseen un potencial de reducción de emisiones que asciende a 13.175.937 t/C en 20 años. Por su parte el MADR promovió la reforestación comercial con la siembra de 260.287 ha. Se destaca una tendencia positiva en el crecimiento de plantaciones forestales en el país.

En un horizonte de 20 años, se estima un potencial de reducción de emisiones equivalente a 42.640.216 t/C, para el total de las plantaciones comerciales y 1.607.773 t/C para las plantaciones de caucho<sup>7</sup>.

Adicionalmente el Programa Familias Guardabosques de la Presidencia de la República que cuenta con 88.488 familias vinculadas, en el tema de mitigación protegen 282.588 ha de bosques, rastrojos y páramos y se ha posibilitado la recuperación de 53.477 ha según la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (ONUCDD & Acción Social, 2007a). Igualmente, están vinculadas a proyectos productivos 49.874 familias con 87.748 ha de cultivos legales.

Por su parte, el MAVDT y el Ideam formularon el Proyecto "Capacidad Institucional Técnica Científica para apoyar Proyectos REDD: Reducción de Emisiones por Deforestación en Colombia" que inició en el año 2009 y será desarrollado durante dos años por el Ideam con el apoyo de la Fundación Natura, gracias a una donación de la Fundación *Gordon and Betty Moore*. El proyecto desarrollará los protocolos subnacionales y nacionales de procesamiento de imágenes para monitorear deforestación, estimación de carbono en bosques y otras coberturas vegetales y el monitoreo de biomasa. Este proyecto permitió contar con una cuantificación preliminar de la tasa de deforestación para el periodo 2000-2007.

### 3.2.5 Sector agricultura

La gestión ambiental agrícola se establece con dos instrumentos de planificación que integran algunas medidas relacionadas con la mitigación del cambio climático. El primero, la Agenda Ambiental Interministerial entre el MAVDT y MADR, y el segundo, el Plan Estratégico Ambiental del Sector Agropecuario (Peasa).

La Agenda Interministerial determinó líneas de acción que integran medidas de mitigación como: 1) conservación y uso sostenible de bienes y servicios ambientales como regulación del clima y oferta hídrica, la cual propende por una gestión integral en materia de recursos forestales, ecosistemas estratégicos y agrobiodiversidad, gestión en servicios de mitigación de cambio climático y apoyo a proyectos MDL y, 2) sostenibilidad ambiental de la producción nacional, que busca un desarrollo en materia de gestión en sistemas alternativos de producción agropecuaria sostenible y fomento a la producción ecológica, gestión ambiental para la producción agropecuaria e incentivar el uso eficiente del suelo y el riego.

El Peasa propende por un manejo integral de los recursos naturales que permita la sostenibilidad de los bienes y servicios ambientales que sustentan la producción, además de fortalecer la capacidad sectorial para afrontar retos que suponen una amenaza para la base productiva, como la desertificación y el cambio climático. El Peasa cuenta con actividades de reducción de emisiones, como el fomento y desarrollo de sistemas productivos con esquemas de: 1) agroforestería y sistemas silvopastoriles, 2) gestión integral del suelo, 3) buenas prácticas agrícolas (BPA), 4)

<sup>6</sup> Datos adaptados según la información suministrada por MAVDT, en la cual los proyectos forestales MDL representan un potencial anual de reducción de emisiones de 1.247.919 t de CO<sub>2</sub>eq.

<sup>7</sup> Incrementos de carbono para plantaciones de *Hevea Brasiliensis* en Colombia, reportados por: Buitrago *et al.*, 2005.

agricultura ecológica, 5) agricultura de precisión (evaluación de insumos requeridos por unidad de suelo en producción) y, 6) Bancos de germoplasma vegetal, bovino y microorganismos.

Por otra parte se cuenta con el Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana (Fedegan, 2006), el cual aborda diferentes metas que se articulan con la mitigación.

El MADR diseñó una estrategia de investigación ligada a las cadenas productivas, denominada Agricultura y Cambio Climático financiando programas y proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, para el sector agropecuario por cadenas productivas. Los programas de investigación propuestos desarrollan y evalúan diferentes tecnologías de mitigación e incluso adaptación, bajo cuatro grandes ejes: 1) evaluación de los niveles de remoción o captura de CO<sub>2</sub>, bajo diferentes sistemas productivos, 2) opciones de manejo de suelos, 3) medidas y tecnologías de producción bovina, 4) evaluación de los impactos del cambio climático en la producción agropecuaria, pesquera y forestal.

Con la alianza entre el Ideam, Corpoica y otras instituciones<sup>8</sup>, se están adelantando las siguientes investigaciones en áreas temáticas del manejo sanitario y fitosanitario relacionadas con cambio climático y que finalizarán en 2011: 1) cambio climático y fluctuaciones de patógenos asociados con el suelo (*clostridios*); 2) desarrollo de un sistema de alerta temprana para el chinche de los pastos y su relación con el cambio climático; 3) modelación del efecto del cambio climático sobre la distribución de la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en el trópico alto colombiano; 4) efectos del cambio climático en la distribución altitudinal de insectos plaga y sus enemigos naturales, con el caso del cultivo del café en Colombia.

Dos proyectos ganaderos que cuentan con el apoyo del GEF y el Banco Mundial, buscan la implementación de Sistemas Silvopastoriles (SSP) en el sector con una serie de buenas prácticas de manejo, para lograr en forma rentable reducir las emisiones de GEI y disminuir la vulnerabilidad al cambio climático. El primero de ellos es el proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas, finalizado en 2008. El segundo: "Proyecto de Ganadería Sostenible en Colombia"<sup>9</sup> (Colombia Mainstreaming Sustainable Cattle Ranching Project) iniciará en 2010.

### 3.2.6 Sector residuos

Con base en los reportes anuales de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), se destaca que de los 1.085 municipios de Colombia que reportaron información al Sistema Único de Información de Servicios Públicos en el año 2002, el 68% disponían sus residuos en 604 sitios inadecuados (botadero a cielo abierto, quemas, enterramiento y cuerpos de agua) y 32% lo realizaban de forma adecuada, en 32 plantas integrales y 143 rellenos sanitarios. Después de entrar en vigencia la Resolución 1390/05 del MAVDT, estas cifras se invirtieron para el año 2008: 31% de municipios disponían sus residuos de forma inapropiada y 69% de forma adecuada, en 59 plantas integrales y 255 rellenos sanitarios.

Dentro de las estrategias tecnológicas planteadas para mejorar la salud y la seguridad pública de las comunidades urbanas y rurales a través de la gestión integral de los residuos sólidos, algunas contribuyen indirectamente a la mitigación del cambio climático. Según el reporte de la SSPD para el año 2008, en Colombia se generan 25.079 t/día de residuos sólidos, de los cuales 92,8% (23.283,5 t/día) se disponen en rellenos sanitarios o plantas integrales de tratamiento, contribuyendo notoriamente con el mejoramiento de los sistemas de eliminación, tratamiento y disposición final de los residuos, a través de la transformación de los botaderos en rellenos sanitarios.

Este cambio reduce las emisiones de CO<sub>2</sub>, dado que la fracción orgánica se descompone aeróbicamente, y se presenta un aumento en las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) por lo cual, al implementarse tecnologías de recuperación y utilización del metano generado, la conversión a rellenos sanitarios contribuye a la reducción de emisiones.

Con el apoyo financiero del BID (Eteisa, 2006), se llevó a cabo un estudio a nivel nacional sobre el potencial de recuperación de metano en 20 rellenos sanitarios del país ubicados en los grandes centros urbanos, con el fin de conocer a fondo el potencial de reducción de emisiones de GEI derivado del manejo y disposición de los residuos en el país. Los resultados del análisis muestran que de los 20 rellenos sanitarios analizados, existe un potencial de generación de metano de alrededor de 48,8 millones de m<sup>3</sup> para el año base 2006; lo cual obedece a un promedio anual de 2,5 millones y 788,8 millones de m<sup>3</sup> para el año 2021.

El estudio concluye que la magnitud en las reducciones de emisiones que puedan evitarse, dependerá de la facilidad con que los sitios de disposición final puedan mejorar su capacidad de recolección y quema de biogás, lo que a su

<sup>8</sup> De las instituciones participantes se destacan: Cenicafé, Corpoica, el Instituto Alexander von Humboldt, Analac, la Universidad de Cundinamarca, la Asociación de productores de leche de Ubaté, la Federación de ganaderos de Boyacá (Fabegan), el Comité de ganaderos de Zipaquirá, entre otros.

<sup>9</sup> Este proyecto está liderado por Fedegan con la participación de CIPAV, el Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez y *The Nature Conservancy*, con el apoyo del GEF y el Banco Mundial.

vez depende de los incentivos existentes en el sector para esta actividad, algunos de los cuales se podrían obtener con los mecanismos de desarrollo limpio (MDL).

De acuerdo con los estudios contratados por la administración distrital de Bogotá, el potencial de reducción de emisiones de GEI asciende a 5 Mt de CO<sub>2</sub> eq, para un periodo de 12 años.

### 3.3 PARTICIPACIÓN COLOMBIANA EN EL MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO (MDL)

El Grupo de Mitigación de Cambio Climático (GMCC) del MAVDT tiene entre sus objetivos promover el desarrollo de proyectos MDL de alta calidad en el país. Hasta diciembre de 2009, las actividades desarrolladas por el GMCC han permitido la consolidación de un portafolio nacional de 144 proyectos, de los cuales 49 tienen aprobación nacional por solicitud directa de los proponentes, 20 proyectos están registrados ante la CMNUCC y 6 cuentan con Certificado de Reducción de Emisiones (CER).

La distribución de estos proyectos por sectores se resume así: energético (31,25%), transporte (8,3%), forestal (11,8%), industrial (31,25%) y residuos (17,36%). El potencial anual de reducción de emisiones de GEI del total de los proyectos MDL que hacen parte del portafolio nacional es de aproximadamente 16.402.496 ton CO<sub>2</sub> equivalente, reducciones que podrían generar potenciales ingresos al país de unos USD\$ 152.000.000.

En septiembre 18 de 2009, Colombia se convirtió en el quinto país de Latinoamérica y décimo segundo del mundo en proyectos elegibles al MDL del Protocolo de Kioto, luego de que el Relleno Sanitario Doña Juana de Bogotá (Ingresos estimados USD\$ 9.000.000) y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Cañaveralejo de Cali, obtuvieran el respectivo registro de las Naciones Unidas, los cuales contribuyen con la reducción de más de 827.384 toneladas anuales de CO<sub>2</sub>. De esta manera, Colombia completa 20 proyectos registrados.

En el ámbito de instrumentos financieros que incentiven la adquisición de tecnologías y equipos que contribuyan a las reducciones de emisiones de GEI, el país, bajo la Ley 788 de 2002, modificó el Estatuto Tributario con el objeto de incentivar la compra e implementación de equipos y tecnologías que demuestren un impacto directo en materia de mitigación.

Dentro de los incentivos diseñados se estableció la exención de renta, por 15 años, a la venta de energía producida a partir de fuentes renovables como la eólica, biomasa o residuos agrícolas. De tal gestión se pueden beneficiar las empresas generadoras, siempre y cuando se obtengan y se vendan certificados de reducción de GEI y se destine 50% de los recursos obtenidos por este concepto a obras de beneficio social. Adicionalmente se establece que la importación de maquinaria y equipos destinados a proyectos que generen certificados de reducción de GEI, estará exenta del impuesto al valor agregado del producto y la prestación de servicios (IVA).

### 3.4 PRIORIDADES DE MITIGACIÓN DE ACUERDO AL INVENTARIO DE GEI

Con base en los resultados del inventario nacional de GEI se analizaron las medidas de mitigación desde una perspectiva sectorial, las cuales se presentan a continuación.

#### 3.4.1 Sector Pecuario

Esencialmente las prácticas de este sector se concentran en la ganadería bovina, para lo cual, las alternativas del manejo de la dieta, son una de las principales medidas de mitigación del sector para reducir las emisiones de metano debido a la fermentación entérica de los animales. Dentro de estas prácticas, se busca el mejoramiento de la calidad de las pasturas y la incorporación de componente arbóreo a estos sistemas de producción.

Aunque no existen metodologías aprobadas por la junta ejecutiva del MDL para el desarrollo de proyectos de mitigación asociados con mejoramiento de la dieta de una población bovina que respondan a la disminución de emisiones de metano por fermentación entérica, ésta corresponde a una de las líneas de investigación a desarrollar.

#### 3.4.2 Sector agrícola y forestal

Las medidas de mitigación a nivel agrícola abarcan principalmente el uso y manejo eficiente de fertilizantes nitrogenados. En el sector forestal, esencialmente se requiere priorizar el manejo de bosques y reducción de emisiones por deforestación y degradación evitada, así como el aumento de biomasa bajo diferentes sistemas productivos.

Se propone en el sector agrícola la reducción del consumo de fertilizantes nitrogenados por hectárea y el incremento en el uso de biofertilizantes: por ejemplo, con bacterias del género *Rhizobium*, que poseen la habilidad de formar simbiosis con especies leguminosas, vía nódulos que se forman en la raíz de las plantas.

### 3.4.3 Sector energía

En el sector energía es importante priorizar en la industria manufacturera en cuanto a eficiencia energética y cambio de combustibles utilizados. En relación a la industria de generación eléctrica, las medidas de mitigación deben abordarse para las zonas que hacen parte tanto del Sistema Interconectado Nacional (SIN) como de las Zonas No Interconectadas (ZNI).

Una de las alternativas es asegurar el suministro eléctrico a través del aumento en la capacidad de generación de las plantas hidráulicas, teniendo en cuenta factores limitantes de tipo técnico e impactos socioeconómicos y ambientales. Sin embargo, es importante anotar que la significativa participación hidráulica en el sector energético colombiano tiene una consecuente baja emisión de GEI, pero presenta un riesgo alto para el país ante los efectos adversos de disminución de precipitación derivada del cambio climático.

En zonas no interconectadas la generación de energía a partir de fuentes renovables es una alternativa, ya que puede generar empleo y puede ser herramienta de desarrollo rural.

## 4. VULNERABILIDAD

### 4.1 EVIDENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Con base en el comportamiento de la lluvia y la temperatura, el Ideam generó indicadores sobre algunas evidencias del cambio climático en Colombia, basados en el análisis de las series históricas de la precipitación acumulada diaria y de los extremos diarios de temperatura (mínima y máxima), utilizando el *Rclimdex*; que es un programa estadístico desarrollado por el Centro Nacional de Datos Climáticos de la NOAA de los Estados Unidos que calcula índices de extremos climáticos para monitorear y detectar el cambio climático.

En los páramos se encontró una tendencia a la disminución de eventos extremos de lluvia (asociados con aguaceros), contrario con lo evidenciado en los otros pisos térmicos, en donde, sin importar si la precipitación total anual disminuye o aumenta, en la mayoría de las estaciones de los pisos térmicos cálido (0 a 1.000 msnm), templado (1.001 a 2.000 m) y frío (2.001 a 3.000 m), se encontró una tendencia al aumento de las precipitaciones de alta intensidad (Ideam-Benavides et al., 2007). Esto es concordante con lo publicado en el Cuarto Informe de IPCC (2007), que concluye que los eventos extremos de lluvias están aumentando.

En las estaciones de páramo alto se han presentado fuertes incrementos en la temperatura máxima (asociada con el día), cercanos a 1 °C por década, mientras que, en las zonas de subpáramo y bosque Alto Andino, los incrementos están entre 0,3 °C y 0,6 °C por década. Estos incrementos tan altos pueden estar asociados con el aire más limpio y con la delgada capa atmosférica que deben recorrer los rayos solares (especialmente la radiación UV que tiene un alto contenido energético).

En la temperatura mínima (asociada con las horas de la noche y la madrugada), los incrementos en las estaciones de páramo son muy bajos. Incluso, cabe resaltar el hecho que en las estaciones El Cocuy, El Cardón, El Paraíso y El Túnel se presentan leves tendencias negativas (disminuciones).

Con respecto al comportamiento de los nevados o glaciares colombianos, se encontró una acelerada pérdida de área desde finales de la Pequeña Edad de Glaciar (1850). Los datos de cambio de área glaciar en Colombia indican una rápida deglaciación, especialmente en las tres últimas décadas, con pérdidas de 3 a 5% de cobertura glaciar por año y retroceso del frente glaciar de 20 a 25 m por año. De esta forma, para el periodo 2002 a 2003, el área total de los glaciares era de 55,4 km<sup>2</sup>, mientras que para el lapso 2006 a 2007 la superficie se redujo a 47,1 km<sup>2</sup>.

De otra parte, con base en los registros de la estación mareográfica de Cartagena (Bolívar) se evidencia un ascenso del nivel del mar en el Caribe de aproximadamente 3,5 mm/año, atribuibles posiblemente al cambio climático global, entre otros factores. Las mediciones realizadas en el puerto de Cristóbal (Colón) en Panamá, arrojan resultados similares de ascenso del nivel, aunque de menor magnitud. La tendencia calculada sobre la serie de datos tomado en el puerto de Cristóbal arroja un valor de 2,3 mm/año.

Para la costa Pacífica, la evaluación de los datos históricos de las mediciones del nivel en la estación mareográfica de Buenaventura (Valle del Cauca) y de otras estaciones comparables, muestran valores similares de ascenso del

nivel del mar (aunque mayores en Buenaventura). La tendencia calculada sobre las series de datos en puntos costeros de Panamá y Ecuador, muestran incrementos entre 0,9 mm y 1,4 mm por año, mientras en Buenaventura el aumento es de 2,2 mm por año.

Para los análisis de las condiciones futuras, el Ideam analizó los principales cambios y tendencias de la precipitación y temperatura para diferentes periodos (entre el 2011 y 2100), tomando como referencia el periodo 1971 a 2000, denominado "normal climatológica"<sup>10</sup>, con base en las observaciones de más de 3.840 estaciones de precipitación, 680 temperatura y 610 de humedad relativa, con la aplicación de las metodologías sugeridas por Jones *et al.*, (2004).

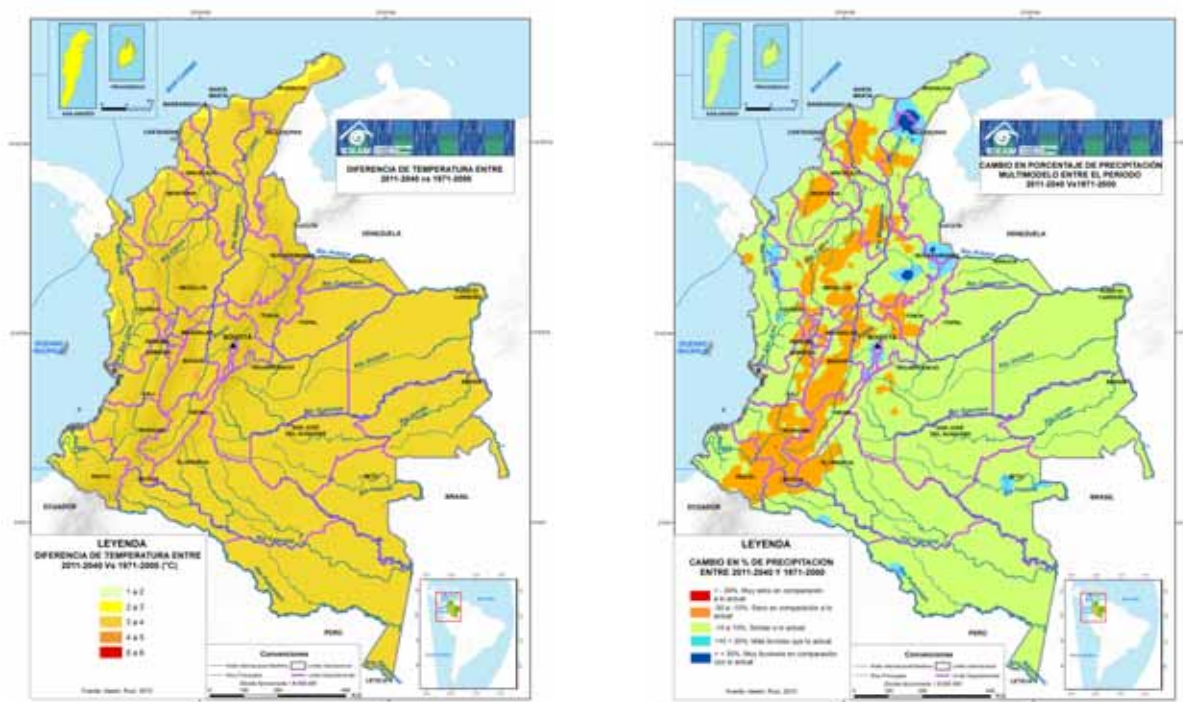
Para generar los escenarios de cambio climático se utilizaron tres modelos regionales (el modelo global de alta resolución del Japón GSM-MRI con resolución horizontal de 20 km \* 20 km; *Precis* de Reino Unido con resolución horizontal de 25 km \* 25 km y el modelo WRF con el cual se generaron resultados a 4 km \* 4 km para la región Andina). El clima presente en alta resolución fue obtenido con las condiciones iniciales que suministró el Reanálisis<sup>11</sup> ERA40; mientras que para el periodo de referencia 1979-1998, se adelantó el análisis entre las observaciones del Ideam y el modelo global de alta resolución desarrollado en el Japón. En el caso de las temperaturas máximas, la media observada para el territorio nacional alcanzó una tasa de cambio de 0,11 °C/década, mientras que el modelo ERA40 arrojó 0,16°C/década. Para la temperatura media mínima tanto las observaciones como el modelo ERA40 presentaron una tasa promedio de aumento para el país de 0,10°C/década. Con el modelo japonés no se encontraron mayores cambios para estos valores extremos.

En resumen, a través de diferentes estudios realizados por el Ideam, se encontró en los análisis una tendencia lineal en la temperatura media del aire, la cual está aumentando a una tasa de cambio promedio para el país de 0,13 °C/década; valores que son consistentes con los obtenidos con el modelo ERA40 (*Precis*), con el cual se obtuvo un valor similar de 0,12 °C/década; mientras que el modelo MRI arrojó un resultado de 0,32°C/década para la serie 1978-1998. Esto explica, además, que los resultados finales son sensibles al periodo de referencia que se tome.

Con base en los resultados de la corrida de los modelos de alta resolución elaborado por el Ideam-Ruiz (2010), en términos generales se tiene que, en promedio, la temperatura media aumentaría 1,4°C para el periodo 2011-2040; 2,4°C para el lapso de 2041-2070 y 3,2°C para el periodo comprendido entre los años 2071 a 2100. Véase las figuras 4.1 a 4.4.

Figura 4.1 Mapa con la diferencia de temperatura media del multimodelo para el periodo 2011 a 2040 vs 1971 a 2000

Figura 4.2 (Der.) Mapa con el cambio en el porcentaje de precipitación del multimodelo del periodo 2011 a 2040 vs 1971 a 2000



Fuente: Ideam – Ruiz, 2010.

10 La normal climatológica o línea base climatológica es la información (promedios multianuales, amplitud, valores máximo y mínimo, varianza) de las variables climatológicas para el periodo que se tomará como referencia.

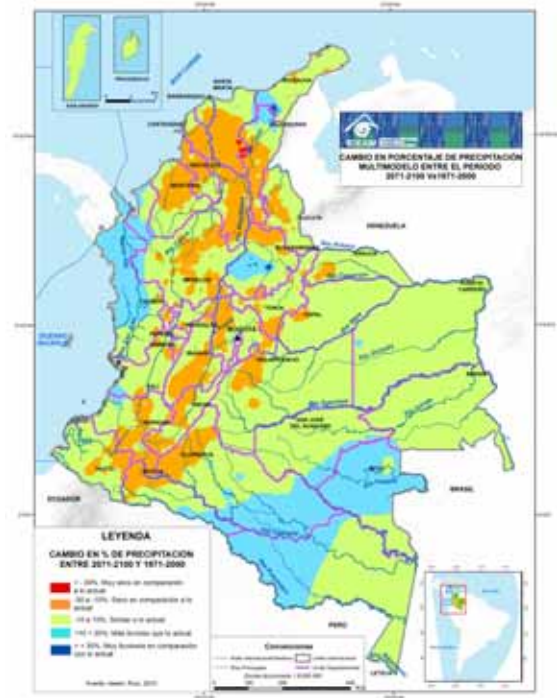
11 ERA-40 (del ECMWF: Centro Europeo de Predicción a Mediano Plazo, por sus siglas en inglés. Utilizado para el Reanálisis).



Figura 4.3 (Izq.) Mapa con la diferencia de temperatura media del multimodelo para periodo 2071 a 2100 vs 1971 a 2000



Figura 4.4 (Der.) Mapa con el cambio en el porcentaje de precipitación del multimodelo del periodo 2071 a 2100 vs 1971 a 2000



Fuente: Ideam – Ruiz, 2010.

## 4.2 COMPARACIÓN DE LOS CAMBIOS ENTRE PERIODOS

Los escenarios para los análisis de vulnerabilidad son referidos para el principio y finales de siglo. El comportamiento posible de la precipitación y la temperatura entre los diferentes periodos se muestra a continuación.

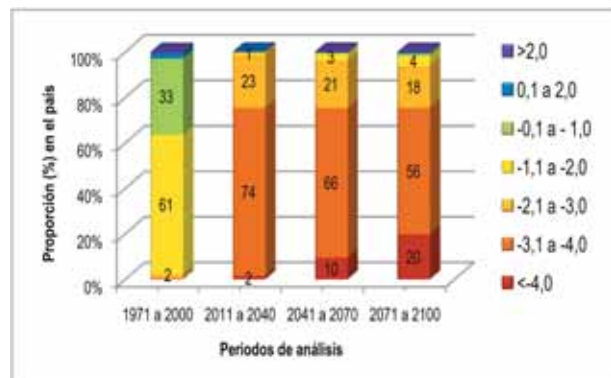
### 4.2.1 Precipitación

Los cambios de la precipitación que se podrían presentar para los distintos periodos analizados se presentan en las siguientes figuras (4.5 y 4.6).

Figura 4.5 Variación porcentual de la precipitación media anual



Figura 4.6 Tasa e variación de la precipitación media anual (mm/año)



Fuente: Ideam-autores

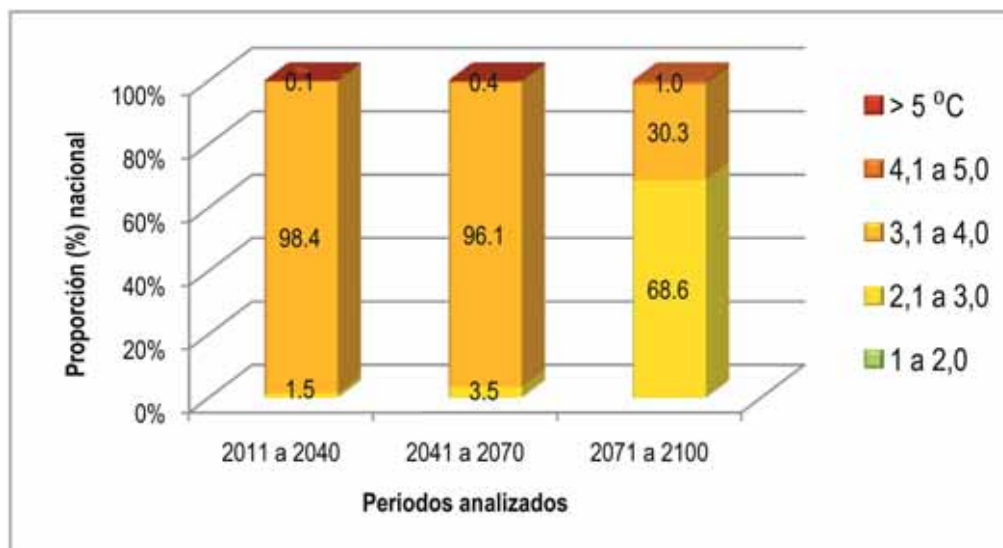
De la figura 4.5 se destaca que el 78% del territorio nacional para el primer periodo (2011-2040), tendría una variación entre más o menos 10%, lo cual se puede considerar dentro del rango normal de variabilidad. Adicionalmente, se puede destacar que la mayor reducción de la precipitación (-30 a -10%) se presentaría en un 20% del país para el periodo 2011-2040.

En la figura 4.6 se observa cómo la tasa de la precipitación media anual que se presentaría para los diferentes periodos, disminuirá en mayor proporción del territorio (74% a 56%) dentro del rango de -3,1 a 4,0 mm/año. Tal comportamiento deficitario se vería agravado, si se tiene en cuenta que para finales de siglo se podrían presentar disminuciones mayores a -4,0 mm/año, en aproximadamente un 20% del país.

## 4.2.2 Temperatura

El comportamiento de la temperatura media anual del aire con base en el ensamble multimodelo para los diferentes periodos se presenta en la figura 4.7.

Figura 4.7 Variación de la temperatura media anual (multimodelo) para diferentes periodos, con respecto a 1971 a 2000



Fuente: Ideam-autores.

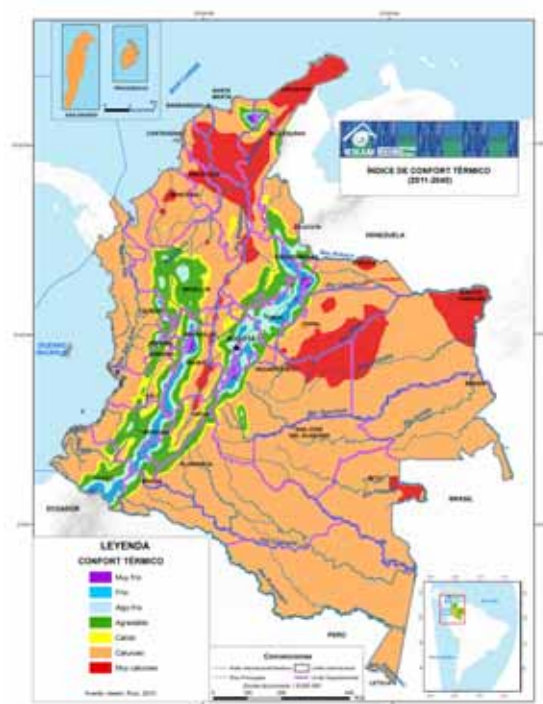
De la figura anterior es evidente que prácticamente todo el territorio colombiano (99,9%) estaría presentando un aumento de la temperatura por encima de los 2 °C, principalmente para finales de siglo. La cartografía de tal comportamiento se observa en la figura 4.1 y 4.3.

En los dos periodos de inicio de siglo (2011 a 2040 y 2041 a 2070) se podrían estar afectando la mayor proporción (>96%) del país con incrementos superiores a 3,0 °C. En la figura 4.7 se muestra el cubrimiento de cada rango de temperatura para el periodo 2011 a 2100.

Respecto a la sensación térmica se analizaron las variables de temperatura y humedad relativa promedio para las tres medias climatológicas de clima futuro (2011-2040; 2041-2070 y 2071-2100) y se calculó el índice de confort térmico utilizando la ecuación ajustada del poder de refrigeración de Leonardo Hill y Morikofer-Davos (Ideam, 2005), que considera el parámetro de humedad junto con la variación de la temperatura con la altura para catalogar la sensación térmica en siete clases. De los resultados obtenidos se destaca la variación que se percibiría de caluroso a muy caluroso en gran parte de las regiones Caribe, Orinoquia y Amazonia, así como a lo largo de los valles del Magdalena y Cauca en la región Andina, especialmente desde el periodo 2041 a 2070 (ver figura 4.8).

En las zonas de alta montaña de las cordillera Oriental y Central existiría un cambio paulatino de muy frío a frío y a algo frío. No predominan climas clasificados como agradables al ser humano.

Figura 4.8 Mapa con el índice de confort térmico 2011 a 2040



Fuente: Ideam-autores

### 4.3 METODOLOGÍA PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

El Ideam con la participación de diferentes entidades y actores relacionados con la adaptación, desarrolló una metodología para estimación de una evaluación integral y unificada de la vulnerabilidad, que permite comparar y valorar los resultados de los diferentes sectores, ecosistemas e instituciones ante el cambio climático, La metodología si bien se basó en la estructura y definiciones del IPCC, se integra dentro de la estructura y gestión del riesgo, basado en la siguiente relación:

$$\text{Riesgo} = [\text{Amenaza (Probabilidad de ocurrencia del evento climático Adverso)}] * [\text{Vulnerabilidad}]$$

Es decir, la probabilidad de ocurrencia (amenaza) del evento adverso, operada en forma multiplicativa por las pérdidas (impacto) o vulnerabilidad, determina el riesgo de pérdida de bienes, servicios o funcionalidad.

La vulnerabilidad se considera a partir de los impactos residuales del cambio climático, después de considerar la capacidad de adaptación. La forma adoptada en la presente metodología se basa en la siguiente expresión:

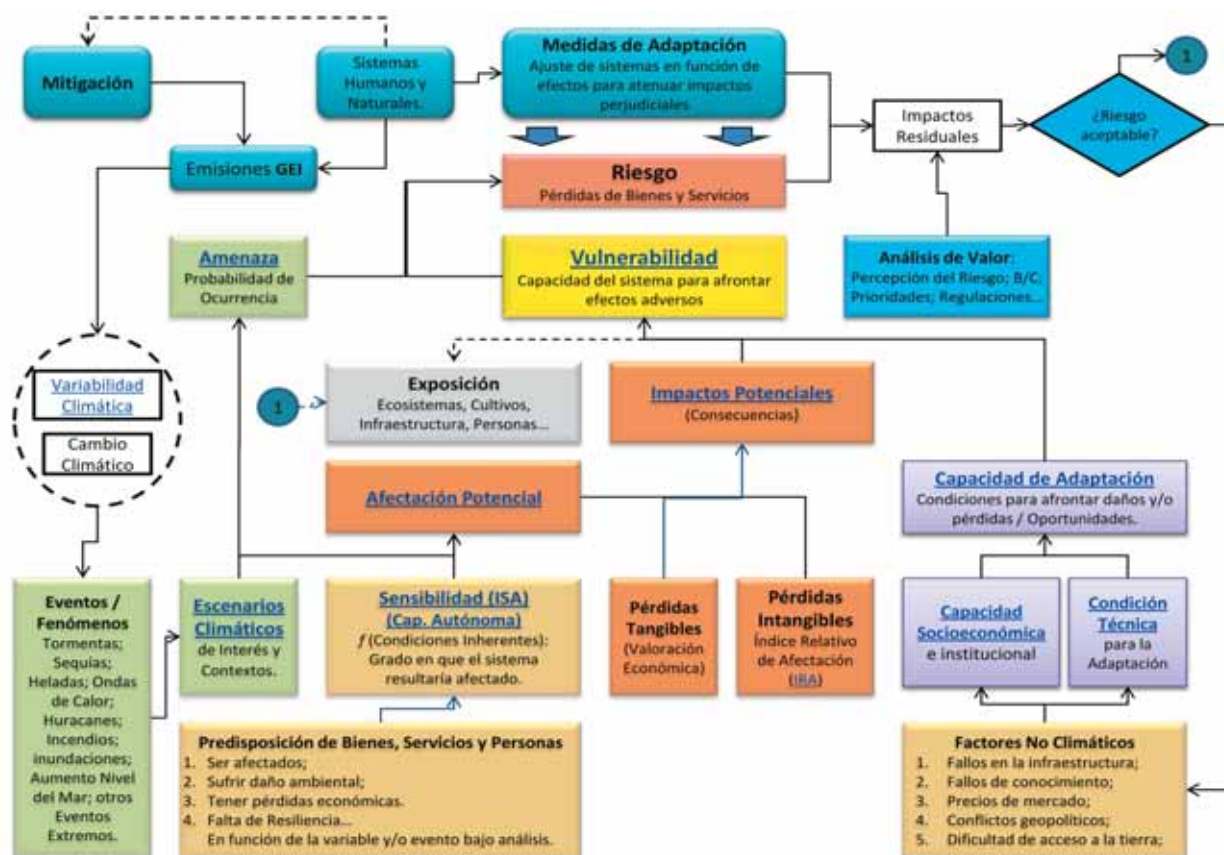
$$\text{Vulnerabilidad} = [\text{Impactos Potenciales Climáticos negativos}] - [(\text{Impactos Pot. negativos}) * \text{Capacidad de Adaptación}]$$

La metodología utilizada para la evaluación de la vulnerabilidad permite identificar regiones, coberturas y/o sectores más vulnerables y, o zonas críticas, previa la obtención de los resultados intermedios. Esto con el fin de servir de soporte para el diseño y la evaluación de políticas de adaptación, con la posibilidad de incluir criterios de manejo que permitan reducir la vulnerabilidad. En la figura 4.9, se puede ver la estructura metodológica que se siguió.

Para el ejercicio de aplicación de la metodología se utilizó el resultado del multimodelo de precipitación para los diferentes periodos generados por Ideam-Ruiz (2010)<sup>12</sup> 2011 a 2040 y 2070 a 2100. La afectación potencial sobre las coberturas y/o sectores determinó con base en el resultado obtenido del cruce del índice de sensibilidad (ISA), el índice relativo de afectación (IRA) y el multimodelo de precipitación considerado.

<sup>12</sup> El Ideam ha corrido y validado recientemente el modelo de circulación regional *Precis* (*Providing Regional Climates for Impacts Studies*) bajo los escenarios de emisión de gases invernadero SRES A2 y SRES B2 para generar predicciones sobre cambios en patrones de precipitación y temperatura a lo largo de diferentes periodos: 2011 a 2040; 2041 a 2070 y 2071 a 2100.

Figura 4.9 Estructura metodológica para evaluar la vulnerabilidad



Fuente: Ideam-autores. Ajustado de diferentes modelos

El ISA se estructuró a partir de la caracterización de los suelos, la cobertura vegetal, los ecosistemas transformados, el índice de aridez y la erosión en las zonas secas. Tal índice es definido, como el grado en que un sistema puede ser afectado positiva o negativamente, por los estímulos relacionados con el clima<sup>13</sup>.

El IRA se constituyó a partir de la discusión y consenso con más de 80 profesionales de diferentes sectores y especialidades; con el fin de introducir las prioridades a través del juicio de expertos, para identificar cada una de las coberturas, ecosistemas o territorios que podrían resultar impactados por los eventos adversos de cambio climático en su peor escenario.

La capacidad de adaptación se determinó con base en las condiciones de los involucrados para afrontar los potenciales daños, afectaciones o pérdidas, junto con las oportunidades que se deriven del cambio climático y/o variabilidad climática. Tal capacidad se compone de las condiciones y capacidades técnicas, junto con los aspectos socioeconómicos actuales que pueden actuar como barreras u oportunidades.

Para facilitar la valoración de la capacidad socioeconómica e institucional se usó el índice Sisben III, el cual fue suministrado por la Dirección de Desarrollo Social (Grupo de Calidad de Vida) del Departamento Nacional de Planeación (DNP) para cada municipio.

La condición técnica actual de la adaptación (también asociada con la disposición a adaptarse hacia el futuro) está en función de la planeación apoyada con una adecuada estrategia, metodología y herramientas que le permitan adelantar el seguimiento objetivo de la implementación de obras y acciones para reducir la vulnerabilidad al cambio climático y/o variabilidad climática y se obtuvo como un promedio nacional en los talleres con expertos en diferentes temáticas.

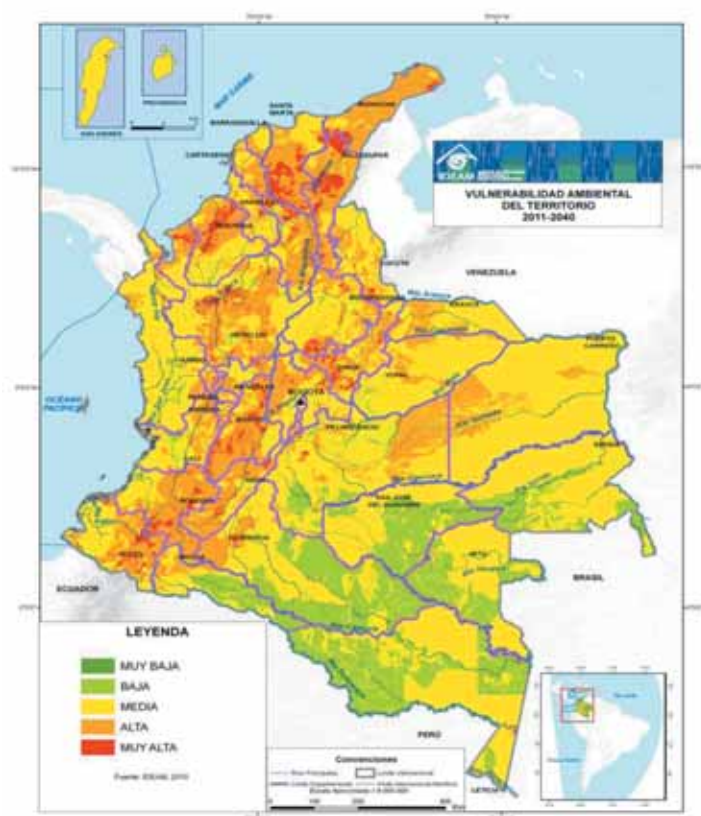
Los criterios o aspectos básicos identificados para establecer la condición técnica son: a) Conocimiento de los impactos y pérdidas frente al cambio climático / Análisis y prospectiva de los impactos y pérdidas frente al cambio climático; b) Manejo de efectos por eventos extremos; c) Organización de las instituciones y participación de la sociedad; d) Transferencia del riesgo y/o estrategias financieras y económicas; y e) Oportunidades y beneficios frente al cambio climático.

Los ecosistemas, coberturas, sectores productivos, infraestructura y demás variables analizadas fueron: a) Orobioma alto andino, b) Bosques naturales y plantados, c) Vegetación secundaria, arbustales y herbazales, d) Áreas naturales protegidas, e) Coberturas herbáceas y arbustivas costeras, lagunas costeras y manglares, f) Áreas agrícolas heterogéneas, g) Cultivos semipermanentes y permanentes (café), h) Cultivos anuales y/o transitorios, i) Análisis de algunos cultivos comerciales (arroz con riego, palma de aceite, caña de azúcar), j) Áreas en pastos, k) Resguardos indígenas, l) Minifundio campesino, m) Cuerpos de agua continentales naturales, n) Aguas continentales artificiales, ñ) Áreas con infraestructura para generación hidroeléctrica, o) Recurso hídrico, p) Zonas marino costeras e insular y, q) Salud.

#### 4.4 IMPACTOS POTENCIALES Y VULNERABILIDAD

Teniendo en cuenta la metodología planteada, en la figura 4.10 se representa cartográficamente la vulnerabilidad del territorio, fundamentada en los impactos potenciales para el periodo 2011 a 2040 y la capacidad de adaptación preliminarmente establecida.

Figura 4.10 Mapa con la vulnerabilidad ambiental del territorio 2011 a 2040



Fuente: Ideam-autores

Con base en la evaluación de los modelos climáticos globales que mejor representan el clima regional y con la ayuda de modelos climáticos regionales de alta resolución espacial, se simularon diversos escenarios climáticos que podrán ocurrir sobre el territorio colombiano en los próximos decenios hasta el final del siglo XXI. El escenario de cambio climático más probable es el siguiente:

- Teniendo en cuenta el incremento promedio de la temperatura que se ha presentado (0,13°C/década para el país) en el periodo de referencia (1971-2000), reflejado principalmente en los departamentos de Córdoba, Valle, Sucre, Antioquia, La Guajira, Bolívar, Chocó, Santander, Norte de Santander, Cauca, San Andrés, Tolima y Caquetá; y las reducciones más significativas de la precipitación total anual (mm/década) registradas en los departamentos de Putumayo (-6,14), Atlántico (-5,88), Arauca (-3,86), Guaviare (-3,85), Boyacá (-3,60) y Cundinamarca (-3,00); se encuentran señales evidentes de cambios significativos con efectos adversos y diferenciados para el territorio colombiano, las cuales se manifestarían principalmente a finales del siglo XXI. En los departamentos donde se registraron mayores incrementos de precipitación total anual por década son: Quindío (0,58), San Andrés (0,67), Cesar (1,47), Cauca y Vaupés (1,64), Guainía (2,14) Antioquia (2,31), Chocó (3,34) y Caldas (3,88).

- Los valores medios de temperatura mínima proyectan aumentos del orden de 1,1 °C para el 2011-2040; 1,8 °C para 2041-2070 y 1,9°C para 2071-2100.
- Las proyecciones arrojan aumentos para los valores medios de temperatura máxima del orden de 1,5°C para el 2011-2040; 2,3°C para 2041-2070 y 3,6°C para 2071-2100, indicando que los días serán más cálidos respecto al período de referencia 1971-2000. Los aumentos más significativos de la temperatura media se esperarían en gran parte de las regiones Caribe y Andina especialmente en los departamentos de Sucre, Norte de Santander, Risaralda, Huila y Tolima.
- De los resultados del ensamble de modelos regionales de alta resolución, se encontró que la temperatura promedio del aire en Colombia aumentará: 1,4°C para los años 2011 a 2040; 2,4°C para 2041 a 2070 y 3,2°C para el período 2071 a 2100. Los aumentos más significativos se ubicarían en los departamentos de Norte de Santander, Risaralda, Huila, Sucre y Tolima.
- Con base en los escenarios que involucran una mayor emisión de GEI, se estima que las reducciones más significativas de lluvia se darían especialmente en gran parte de los departamentos de la región Caribe, ellos serían: Sucre (-36,3%), Córdoba (-35,5%), Bolívar (-34,0%), Magdalena (-24,6%) y Atlántico (-22,3%). En la región Andina, los departamentos de Caldas (-21,9%) y Cauca (-20,4%) tendrían igualmente importantes reducciones en los volúmenes de precipitación media anual.
- Los aumentos de lluvia para el siglo XXI, proyectados por los escenarios de cambio climático, se ubicarían especialmente en gran parte de los departamentos de: Vaupés, Chocó, Guainía, Amazonas, San Andrés y Vichada. Para la sabana de Bogotá los escenarios de cambio climático con mayor cantidad de emisiones de GEI analizados, muestran reducciones de lluvia del orden de: -11,6% para el período 2011-2040; -16,1% para el 2041-2070 y del -3,4% para 2071-2100, con respecto a la climatología del período de referencia 1971-2000.
- Las mayores reducciones de lluvia para el resto del siglo XXI se esperarían en diferentes regiones de los departamentos de Huila, Putumayo, Nariño, Cauca, Tolima, Córdoba, Bolívar y Risaralda; en algunos de estos departamentos ya se empezaría a evidenciar desde el período 2011-2041, en particular en Huila, Cauca, Nariño, Risaralda y Tolima.
- Los resultados de las proyecciones de cambio climático indican que la humedad relativa se reduciría en Colombia a lo largo del siglo XXI, con respecto a 1971-2000, en proporciones cercanas al: 1,8% para el 2011-2040; 2,5% para 2041-2070 y 5,0% para 2071-2100. Las disminuciones más significativas de esta variable meteorológica a lo largo del siglo XXI, se manifestarían desde el período 2011-2040 en gran parte de los departamentos de: Tolima, Quindío y Huila; y paulatinamente, para mediados y finales de siglo, se extenderían a otros departamentos como: Sucre, Bolívar, Cesar, La Guajira, Norte de Santander, Cauca, Cundinamarca, Santander, Nariño y Risaralda.
- Con base en los resultados del ensamble de los modelos de alta resolución y según la clasificación climática de Lang, la península de La Guajira mantendría sus características desérticas; en el Chocó continuaría prevaleciendo el clima superhúmedo, la Amazonia seguiría siendo húmeda, y en gran parte de los Llanos Orientales continuará el clima semihúmedo. Los cambios más significativos se esperarían en la región Caribe, que cambiaría de un clima semihúmedo (condiciones actuales) a semiárido y luego estaría clasificado como árido para finales del siglo XXI. En la región Andina, los cambios más notorios se prevén por una transición de clima semihúmedo a clima semiárido, lo cual se presentaría en diferentes áreas de Cundinamarca, Boyacá, Tolima, Huila y oriente del Valle del Cauca, especialmente.
- Con base en el escenario de precipitación y temperatura (2071 a 2100) y la estimación indirecta (balance hídrico) a partir de los resultados del modelo *Precis*, respecto a la condición promedio de referencia, se tendrían reducciones alrededor del 30% de la escorrentía promedio en las cuencas de La Guajira, Bajo Magdalena, parte del Litoral Caribe, Alto Magdalena, Napo, Saldaña, Cesar y Patía, que abarcan los departamentos de La Guajira y parte de los departamentos del Magdalena, Cesar, Atlántico, Bolívar, Huila, Tolima y Cundinamarca.

Respecto a los ecosistemas más sensibles y vulnerables se tienen las siguientes conclusiones:

### Orobioma Alto Andino

- Los impactos potenciales muy alto y alto que se podrían dar en los ecosistemas del Orobioma Alto Andino para el período 2011 a 2070, cubren más de 70% de este orobioma en el territorio nacional (4.300.000 ha). Tales impactos potenciales, si se analizan en función de los bienes y servicios ambientales para la mayor concentración de la población y sistemas productivos que dependen de él, representan importantes consecuencias, máxime si se tiene en cuenta la presión por el avance de la frontera agrícola a través de la sobre utilización y la conversión de los ecosistemas naturales en campos de cultivo y pastoreo.
- En dicho orobioma se encuentran grandes extensiones de bosque natural y arbustales (>40%), los cuales cumplen una importante función en la regulación de la escorrentía, que estarían significativamente (20%) comprometidos con altos y muy altos impactos del total identificado del Orobioma Alto Andino.

- Los resultados obtenidos indican que los ecosistemas naturales o poco intervenidos son menos sensibles (vulnerabilidad intrínseca) que los espacios transformados en el ambiente rural. No obstante lo anterior, la afectación por un cambio climático podría traer consecuencias significativas, a pesar de los pequeños cambios pero con alteración sobre grandes áreas, como sucedería con la Amazonia o el Chocó biogeográfico.

### Áreas naturales protegidas

- Las áreas naturales protegidas que registrarían muy alto impacto potencial se localizan en los Parques Nacionales Naturales de Macuira, Tayrona y Corales del Rosario y San Bernardo, todos ellos ubicados en la región Caribe. Adicionalmente, sobresalen por su proporción de alto impacto potencial (a largo plazo) en el Oroboma Alto Andino, los Parques Nacionales Naturales de: Pisba, Los Nevados, Sumapaz, Las Hermosas, El Cocuy y Chingaza.

### Sector agropecuario y áreas de minifundio campesino

- Las mayores áreas con cultivos de café Caturra que tendrían alto y muy alto impacto potencial relacionado con el déficit de lluvias para el periodo 2011 a 2040, estarían ubicadas en diferentes áreas de los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca, Quindío y Caldas; adicionalmente sobresalen por alto impacto potencial: Huila, Tolima, Cauca y Risaralda, principalmente. El porcentaje de impacto acumulado para las dos categorías, alto y muy alto, estarían por el orden del 71% del total del área (869.000 ha, aprox.) censada por la Federación de Cafeteros de Colombia en las variedades: Caturra (75%), Típica (63%) y Colombia (71%). La mayor superficie que podría estar comprometida con impactos potenciales muy altos se tendría en la variedad Colombia (10%).
- Los cultivos anuales o transitorios, ubicados en diferentes partes de los departamentos de Antioquia, Tolima, Boyacá, Córdoba, Cundinamarca y Santander, podrían resultar con muy alto impacto potencial para el periodo 2011 a 2040.
- En el periodo 2011 a 2040, el país podría verse comprometido con impactos potenciales alto y muy alto, en más del 50% de la superficie dedicada a las pasturas.
- Las mayores áreas de minifundios campesinos que podrían llegar a tener muy alto impacto potencial por reducciones de la precipitación, estarían en parte de los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Antioquia, Bolívar, Nariño y Santander. Al agrupar las superficies que podrían recibir alto y muy alto impacto por reducciones de la lluvia en el periodo 2011 a 2040, alcanzarían alrededor de un 47% del total de las áreas de economía campesina del país.

### Bosques

- Se requiere el desarrollo e implementación de medidas de manejo para protección y conservación de las coberturas en ecosistemas que revisten condiciones ambientales especiales, teniendo en cuenta los impactos potenciales alto y muy alto a inicios del periodo (2011 a 2040) por reducción de la precipitación que se tendría sobre los bosques de: Boyacá, Valle del Cauca, Bolívar, Magdalena y Antioquia, junto con la vegetación secundaria, arbustales y herbazales que se ubican en los departamentos de Tolima, Cauca, Nariño, Valle del Cauca, La Guajira, Antioquia, Huila y Cesar. Tales ecosistemas, además de las exigentes condiciones climáticas y las presiones antrópicas a las que actualmente se encuentran sometidos (agricultura, ganadería, proyectos mineros y de infraestructura), son parte esencial para la población de dichos departamentos.
- Las condiciones propias de climas semiáridos, áridos y desérticos, podrían (según los modelos) ampliarse y volverse más rigurosas y extremas. Dichas áreas requerirán, además, del monitoreo y evaluación periódica y urgente para valorar efectivamente los planes de restauración que se adelanten en dichas coberturas, dada la evolución que se prevé desde el periodo 2011 a 2040.

### Cuerpos de agua

- Si bien los cuerpos de agua continentales naturales (ríos, lagunas, lagos o zonas inundadas), tendrían muy alto impacto potencial en los departamentos de Bolívar, Magdalena, Cesar, Santander, Tolima y Amazonas principalmente, alrededor de un 63% de la superficie nacional alcanzaría impactos potenciales alto y muy alto para el periodo 2011 a 2040. Asimismo se destaca la condición, interdependencia e impactos colaterales sobre los demás ecosistemas que reciben los bienes y servicios ambientales de los cuerpos de agua continentales.
- Adicionalmente, si se tiene en cuenta la limitada capacidad de adaptación de los humedales, se considera que estos cuerpos de agua se encuentran entre los ecosistemas más vulnerables al cambio climático. Un pequeño aumento de la variabilidad de los regímenes de precipitación puede afectar de manera importante a la flora y fauna de los humedales (Keddy, 2000; Burkett and Kusler, 2000; citados por IPCC, 2008c).
- Tales referentes se ven corroborados con el impacto muy alto (disminuciones >30% del rendimiento hídrico) que se esperaría en las partes altas de los departamentos de la Cordillera Central, el altiplano Cundiboyacense, el

centro del Cesar, litorales marinos de los departamentos de Antioquia, Córdoba, Sucre, Bolívar, Atlántico y un sector de la parte alta del río Ranchería, principalmente.

- Por su parte, la vulnerabilidad muy alta de las áreas de manglar, herbáceas, arbustivas y lagunas costeras en más de 45% del total existente en el territorio nacional, para el periodo 2011 a 2040, identificada para los departamentos de Magdalena, Nariño y La Guajira, junto con la vulnerabilidad alta, adicionalmente de Chocó y Antioquia, conlleva a impactos acumulativos de la zona de litoral marino, si se agrega el aumento del nivel del mar previsto para tales áreas.

### **Ecosistemas secos**

- Si se considera que alrededor del 16% del territorio nacional tenderá a ser más cálido y seco, pues parte de los territorios superhúmedo (12%) y húmedo (5%) se reducirán (5% y 4%, respectivamente) para dar paso a climas semihúmedos, semiáridos y áridos (6%, 2% y 1%, respectivamente) en el periodo 2011 a 2040, resulta muy importante avanzar en el manejo de tales condiciones, especialmente en los sistemas de manejo sostenible, asociados con la pérdida de suelo, optimización de la regulación y distribución hídrica, y su estrecha relación con los procesos de deterioro del medio natural y la pobreza.
- Hacia finales de siglo (2071 a 2100) se presentaría un incremento de las áreas semihúmedas (12%) del territorio nacional, junto con aumento de las áreas semiáridas (2%) y áridas (3%), a costa de las áreas clasificadas como húmedas (10%) y superhúmedas (6%).
- La evaluación de los procesos de desertificación y los efectos que se esperarían, más allá de la liberación a la atmósfera de una importante fracción de carbono del suelo, resultan esenciales en el sentido de mejorar el conocimiento en la vulnerabilidad y riesgos relacionados con la pérdida de servicios ambientales que los ecosistemas secos proveen a la sociedad, incluyendo los diferentes sectores respecto al desbalance que se tendría por la aplicación de manejos o medidas de adaptación poco eficientes o mala adaptación generada por algunos sectores productivos.
- Al revisar los mayores cambios en superficie de la clasificación climática de Lang por departamentos, hacia climas más secos, se identifica que los departamentos de Magdalena y Cesar pasarían de tener climas semiráridos y semihúmedos (principalmente) a tener condiciones áridas y semiáridas, respectivamente.
- En los departamentos de Bolívar, Tolima, Cundinamarca, Huila y Valle del Cauca, se podrían esperar cambios más drásticos, puesto que se cambiaría de climas húmedos y superhúmedos principalmente, a climas semihúmedos, semiáridos y áridos. El rango de variación es mucho más amplio del que se esperaría para el periodo 2011 a 2040.

### **Zonas costeras e insulares**

- Para la zona insular de San Andrés y Providencia, los escenarios llamados muchas veces "pesimistas" muestran reducciones cercanas al: -6,7%; -7,0% y -10,0% para los tres periodos de referencia de clima futuro que se estudiaron (2011-2040; 2041-2070 y 2071-2100, respectivamente).
- De presentarse para el año 2100 un ascenso del nivel del mar en un metro, la población que se vería afectada estaría por el orden de 1,4 a 1,7 millones de habitantes, equivalentes entre 2 y 3% de la población nacional en ese mismo año; de estos porcentajes, 80% corresponde al Caribe y 20% al Pacífico.
- Aproximadamente 55% de la población del litoral Caribe estará expuesta a los efectos directos de la inundación marina. De la población afectada, aproximadamente 90% se encuentra localizada en las cabeceras municipales, en tanto que la restante se distribuye en forma dispersa en las áreas rurales. Los centros urbanos que más población presentan en las zonas de amenaza corresponden a: Cartagena, San Juan de Urabá, Turbo, Ponedera y Puerto Colombia, al igual que el área rural de Cartagena.
- En el litoral Pacífico, alrededor de 41% de la población sería afectada por la inundación marina debida al ascenso del nivel del mar. De dicha población afectada, aproximadamente 36% se encuentra localizada en cabeceras municipales, en tanto que la población restante se distribuye en forma dispersa en el sector rural. Las cabeceras municipales de Tumaco, El Charco, Nuquí, Juradó, Santa Bárbara y Olaya Herrera son las que más población urbana concentran en las zonas con alguna posibilidad de inundación.
- Con el ascenso del nivel del mar en un metro se podría causar una inundación estimada, mayor del 10% de la isla de San Andrés, representado en áreas de marismas, cordones litorales, rellenos artificiales y algunas terrazas coralinas bajas cubiertas por mangle. En estas áreas se verían afectadas zonas urbanas de uso residencial y comercial, así como el puerto de la isla. En las islas de Providencia y Santa Catalina, el área expuesta a la inundación representa 3,8% del área de las islas, donde se incluyen sectores actualmente ocupados por zonas residenciales, comerciales y públicas, entre las cuales se encuentra el puerto de Providencia. También se verían afectadas las zonas de interés turístico de las bahías de Manzanillo, Suroeste y Agua dulce, donde podría presentarse el retroceso de los cordones de playa y la inundación de las marismas.



- Las zonas costeras e insulares de Colombia que se clasificaron como críticas fueron: Cartagena de Indias, Barranquilla y Santa Marta para el Caribe, y Tumaco y Buenaventura para el Pacífico. De lo anterior, Cartagena y Tumaco son las que mayores índices de vulnerabilidad presentan para el Caribe y el Pacífico respectivamente.

### Áreas con infraestructura para generación hidroeléctrica

- Se destaca el alto (37%) y muy alto impacto (6%) que se podría llegar a tener en la capacidad de generación hidroeléctrica (efectiva neta para el periodo 2011 a 2040) en los departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca, Cundinamarca, Huila y Nariño, lo cual de manera relativa, alcanzaría alrededor del 43% sobre el total existente.
- De la capacidad proyectada (energía media), la cual refleja en parte la mayor capacidad de generación que se podría tener al futuro (2011 a 2040) con alto y muy alto impacto; se destacan los departamentos de Antioquia (10%), Santander (9%), Tolima (6%), Huila (5%) y Cundinamarca (5%). Tal identificación se debe tomar de forma relativa con respecto a los proyectos ubicados en otros departamentos.
- Al acumular los impactos, alto y muy alto, en la capacidad de generación que se podrían presentar en la totalidad de los proyectos para el futuro, se encuentra una cifra similar (43%) a la encontrada en los proyectos que actualmente se encuentran en operación, para el periodo 2011 a 2040.

## 5. ADAPTACIÓN

La adaptación es el ajuste que realizan los sistemas naturales o humanos, en respuesta a los estímulos o efectos climáticos (reales o esperados), que atenúa los daños que ocasionan o, que explota o potencia las oportunidades beneficiosas (IPCC, 2007).

La adaptación al cambio climático es una gestión importante y compleja, que presenta desafíos, en particular para los países en desarrollo<sup>14</sup>. Los impactos del cambio climático ya están afectando dichos países, en particular los pobres y más vulnerables, porque cuentan con menos recursos sociales, tecnológicos y financieros para la adaptación. Además, el cambio climático afecta el desarrollo sostenible de los países, así como su capacidad de alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas (ODM) para el año 2015.

Como se observa en el análisis de vulnerabilidad, el país es altamente vulnerable a los efectos del cambio climático. Para lo anterior, además del esfuerzo nacional es necesario contar con recursos económicos y apoyo internacional.

Se espera que con la implementación de las medidas de adaptación propuestas se disminuyan los impactos y la vulnerabilidad del país y se atenúen los efectos ambientales, económicos y sociales planteados, razones que promueven un sistema de monitoreo eficiente que evalúe la pertinencia y efectividad de las medidas de adaptación además de permitir reorientar las acciones cuando haya lugar.

### 5.1 LINEAMIENTOS PARA LA ADAPTACIÓN

Dados los avances que tiene Colombia en materia de política y normativa ambiental y sectorial, las acciones de adaptación propuestas se orientan en buena medida a fortalecer acciones ya emprendidas pero que requieren considerar las variables climáticas en su planeamiento y ejecución. Uno de los principales esfuerzos es la necesaria articulación de las políticas, planes y programas sectoriales con las acciones ambientales, considerando el cambio climático para buscar sinergias y evitar malas adaptaciones que vayan en detrimento de los esfuerzos de otros sectores productivos respecto al cambio climático.

Se proponen estas líneas estratégicas generales las cuales deben ser desarrolladas, estructuradas y detalladas posteriormente a través de un Plan Nacional de Adaptación en el marco de lo señalado tanto en esta SCN como en el Conpes de Cambio Climático actualmente en ejecución en el DNP.

#### 5.1.1 Fortalecer la gestión de la investigación y la transferencia del conocimiento

Es prioritario tener una base de estudios que respondan a las necesidades de los tomadores de decisiones de los sectores y ecosistemas más vulnerables. Por tanto, se requiere de soportes confiables que permitan interrelacionar las variables climáticas con la base de la resiliencia de los ecosistemas y sectores productivos del país, entre los cuales los más sensibles y vulnerables son: a) agropecuario; b) salud; c) ecosistemas costeros, marinos e insulares; d) ecosistemas de alta montaña y paramos; e) sistemas hídricos; f) infraestructura; g) sistema energético y, h) ecosistemas secos.

<sup>14</sup> Actualmente "Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación".

El enfoque propuesto en este lineamiento, se orienta hacia el mejoramiento del flujo de información, hacia la Investigación en sectores productivos, ecosistemas, biodiversidad y población y a la investigación en indicadores socioeconómicos.

### 5.1.2 Fortalecer la gestión del riesgo

Son importantes los avances en las investigaciones, y la disponibilidad de recursos y aumento de capacidades en el manejo integral del riesgo, no obstante éstos deben reenfocarse para lograr los mejores resultados costo-efectivos, además de servir de soporte para salvaguardar las comunidades, el capital natural y la infraestructura ante los efectos del cambio climático. Así se plantea la necesidad de hacer investigación aplicada a mediano y largo plazo para el manejo integral del riesgo considerando las variables climáticas y en la necesidad de fortalecer y profundizar los mecanismos de transferencia del riesgo especialmente hacia el sector agrícola, considerando los cambios en el clima.

### 5.1.3 Mejorar el uso del territorio como estrategia para disminuir la vulnerabilidad

Se considera necesario lograr un mayor equilibrio entre los procesos de urbanización y la mejora en las condiciones de vida en los ámbitos rurales, para disminuir la concentración de habitantes en las grandes ciudades, lo cual puede fortalecerse garantizando condiciones de paz duradera, dando acceso a las poblaciones rurales a los servicios sociales de manera alternativa e innovadora, reforzando la generación del empleo rural orientado a las generaciones y al género, fortaleciendo los ámbitos locales en sus capacidades de gobernabilidad y gestión, y garantizando los niveles de uso y acceso a los recursos naturales por parte de las poblaciones locales.

Una de las vías por medio de la cual se concreta la gestión de recursos naturales es la ordenación del territorio, que pretende proporcionar, de acuerdo con la política económica, una organización de los asentamientos y actividades humanas que responda a los objetivos de sostenibilidad ambiental y calidad de vida

En tal contexto, se hace necesario que los distintos planes de ordenamiento y uso del territorio incluyan el tema de cambio climático y sus efectos. Los temas específicos que se desarrollan en la estrategia con la Inclusión de la gestión del riesgo y del cambio climático en los instrumentos de planeación del territorio y la profundización en los instrumentos de ordenamiento del territorio como los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA).

### 5.1.4 Reducción de los impactos ambientales, económicos y sociales.

En el ámbito de la integración de medidas de adaptación y mitigación, se deben hacer evaluaciones de la vulnerabilidad del recurso hídrico a escala regional y local, en términos de disponibilidad, demanda y déficit hídrico bajo escenarios de cambio climático, priorizando sectores que dependen de la oferta, tal es el caso de los sectores agrícola, generación eléctrica, servicios públicos (acueductos veredales y municipales).

Considerando que la matriz energética del país es de carácter hidráulico (más de 64%) y, por lo tanto, altamente dependiente de disponibilidad del recurso hídrico, se requiere investigar la vulnerabilidad y disponibilidad de dicho recurso bajo escenarios de cambio climático. Esta investigación deberá incluir un análisis sobre la función de regulación que efectúan los ecosistemas forestales en el ciclo hidrológico para las diferentes cuencas abastecedoras de reservorios, permitiendo así validar e incorporar medidas de conservación y restauración en coberturas forestales como respuesta ante el cambio climático para asegurar la oferta energética.

El sector agropecuario, de acuerdo con los análisis de vulnerabilidad, será uno de los más afectados por el cambio de las condiciones del clima. Por ello, es necesario fortalecer y profundizar los mecanismos de transferencia del riesgo de los agricultores y, en especial, de los pequeños productores en las comunidades más pobres, pues en éstos es donde se prevé que se presenten las mayores afectaciones.

Igualmente es necesario hacer un análisis entre las diferentes políticas de desarrollo sectoriales para evitar que se presenten conflictos entre los sectores alrededor de bienes ambientales como el agua; es así como el plan de desarrollo minero debe articularse con los planes de expansión agrícola, forestal y pecuarios evitando, en cualquier evento, que prevalezcan acciones denominadas como "mala adaptación", es decir acciones que al contrario de mejorar la resiliencia del país ante el cambio climático tienda a empeorar esta situación.

### 5.1.5 Mejorar la capacidad de adaptación de las comunidades vulnerables

Es necesario integrar las políticas de pobreza al desempeño sostenible de los mayores sectores productivos del país, y que a su vez serán afectados en su capacidad productiva por el cambio climático. La generación de empleo y la integración de sectores marginados de la población a las estrategias de cambio climático son sin duda una oportunidad

de desarrollo para el país. En el marco de los resultados de los proyectos piloto de adaptación al cambio climático se ha destacado la importancia de la participación ciudadana a través de los diferentes espacios y mecanismos en el proceso de formulación de medidas de adaptación, con el fin facilitar la interiorización de las metas y resultados. Por lo expuesto se plantean acciones relacionadas con: a) Diseño de políticas de reducción de la pobreza considerando el cambio climático, b) Disminución de la afectación económica por el impacto climático y c) Fortalecimiento de la organización social.

### **5.1.6 Diseñar e implementar un arreglo institucional adecuado para la adaptación.**

Se considera necesario orientar la atención al desarrollo de la capacidad adaptativa y la resiliencia basada en una mejor coordinación del Estado para poder afrontar situaciones adversas y la incertidumbre resultante de procesos de cambio climático global. Esto puede alentarse por medio del fortalecimiento de las redes de protección social y de los procesos de descentralización de la gestión pública, el desarrollo de una cultura de prevención, como parte del ciclo de gestión de riesgos, y la revalorización y el diálogo efectivo de saberes entre el conocimiento local y el científico.

Para su desarrollo se exponen acciones relacionadas con los siguientes programas: a) Desarrollo de acciones y acuerdos interinstitucionales para el diseño e instrumentación de un Plan Nacional de Adaptación, b) Diseño e instrumentación de mecanismos de integración nacional, regional y local, c) Potenciación de sinergias interinstitucionales, d) Planeación a largo plazo y e) Coordinación interinstitucional en el diseño y desarrollo de políticas, planes, programas y acciones de los sectores productivos y de éstos con el sector ambiental.

### **5.1.7 Valorar y proteger la base productiva a partir de los bienes y servicios de la biodiversidad**

Además de la necesidad de mejorar la infraestructura y capacidad tecnológica en temas climáticos, y el diseño de infraestructura resiliente al cambio climático, se reconoce que los ecosistemas suministran servicios vitales tales como agua potable, protección, hábitat, alimentos, materiales frescos, materiales genéticos, una barrera frente a los desastres, una fuente de los recursos naturales y muchos otros servicios ecosistémicos sobre los cuales las personas dependen de su sustento.

En este sentido, se plantea que la adaptación al cambio climático debe considerar los ecosistemas en el diseño de las medidas dado que éstos son soporte y generan bienes, insumos y servicios fundamentales para los sectores productivos.

### **5.1.8 Fortalecer la gestión de cooperación y recursos para la adaptación**

Las instituciones colombianas, especialmente las ambientales, están realizando importantes esfuerzos para financiar los proyectos relacionados con el cambio climático, sin olvidar el apoyo significativo de la cooperación internacional. No obstante, debido a la magnitud y complejidad del tema y a sus efectos potenciales, el país tendrá que disponer de más recursos propios e internacionales para comprender el fenómeno y, sobre todo, para diseñar y poner en marcha las medidas de adaptación, especialmente en sectores no ambientales.

No obstante lo anterior, con el fin de evitar la dispersión de esfuerzos y lograr la mayor efectividad en la implementación de futuros proyectos de adaptación, se deben diseñar de manera prioritaria el Plan Nacional de Adaptación nacional para orientar los recursos externos y así mantener la unidad de criterio en el desarrollo y obtención de resultados aplicables de manera más coherente dentro de un marco de referencia para la acción.

## **5.2 ACTORES PRINCIPALES Y GESTIÓN PARA LA ADAPTACIÓN**

De las diferentes instituciones que participaron en los proyectos piloto de adaptación o que lideran otras acciones relacionadas con el tema de adaptación al cambio climático, en sinergia con entidades nacionales, locales o regionales se destacan: MAVDT, MADR, DNP, Ideam, Invemar, IAvH, Parques Nacionales Naturales, Corpoica, Universidad Nacional de Colombia, Colciencias<sup>15</sup>, Cruz Roja Colombiana, CI-Colombia, WWF-Colombia, Universidad del Cauca, entre otras.

16 De esta red harían parte: la Universidad de Antioquia, la Universidad del Valle, la Universidad Jorge Tadeo Lozano, la Universidad Nacional de Colombia, la Dimar y el Invemar.

## 5.3 LOGROS DE PROYECTOS PILOTO DE ADAPTACIÓN EN EL PAÍS

### 5.3.1 Definición de la vulnerabilidad de los sistemas biogeofísicos y socioeconómicos debido a un cambio en el nivel del mar en la zona costera colombiana

Este proyecto hace parte del Programa Holandés de Asistencia para Estudios sobre Cambio Climático (NCCSAP), y fue ejecutado por el Inveemar para estudiar la definición de la vulnerabilidad y de las medidas de adaptación de los sistemas biogeofísicos, socioeconómicos y de gobernabilidad en las costas Caribe y Pacífico de Colombia, en el evento de un posible ascenso en el nivel del mar.

Dicho proyecto, que finalizó en julio de 2003, permitió identificar las áreas críticas, realizar un Plan de Acción teniendo en cuenta el resultado de vulnerabilidad “alta” de las zonas costeras colombianas frente a un posible Ascenso en el Nivel del Mar (ANM), junto con la definición de acciones prioritarias a desarrollar en las zonas costeras colombianas para los periodos: 2002 a 2012, 2012 a 2030 y 2030 a 2100.

De los avances obtenidos se destacan: la conformación de una Red de Centros de Investigación para la cooperación interinstitucional y el intercambio de información en materia de ciencias marinas y de extensión en la temática de cambio climático<sup>16</sup>. La generación de insumos importantes sobre geomorfología, coberturas, ecosistemas, sistemas productivos y usos de la zona costera, en el Laboratorio de Sistemas de Información LabSIS del Inveemar. La formulación del “Programa Nacional de Investigación para la Prevención, Mitigación y Control de la Erosión Costera en Colombia (Plan de Acción 2009 - 2019)”.

Se destacan igualmente, elementos con relación a los planes de desarrollo y al riesgo de las zonas costeras con relación a las amenazas naturales que las afectan, además de las medidas de mitigación que han sido incluidas o están siendo involucradas en los planes de ordenamiento territorial (como el POT de Tumaco, Cartagena, y los EOT de Turbo, Necoclí, San Juan de Urabá y Arboletes).

## 5.4 PROYECTO PILOTO NACIONAL DE ADAPTACION AL CAMBIO CLIMATICO (Inap)

El proyecto INAP con coordinación técnica general del Ideam y administrativa de Conservación Internacional-Colombia, ha venido desarrollando acciones en cuatro componentes específicos que resultaron de las conclusiones de la primera comunicación, sobre las variables ambientales y de salud más afectadas.

Este proyecto, financiado por el GEF – Banco Mundial, enfoca sus acciones en generación de información confiable sobre cambio climático (Componente A), lo cual es efectuado por el Ideam quien también coordina el diseño e implementación de un programa de adaptación en ecosistemas de alta montaña (Componente B). El desarrollo de un programa de adaptación insular continental está a cargo del Inveemar y el desarrollo de un programa de adaptación insular oceánico lo desarrolla Coralina (Componente C). El Instituto Nacional de Salud, busca disminuir la morbilidad de malaria y dengue a través del diseño e implementación de un Sistema Integrado de Vigilancia y Control (SIVCMD) que responda a los posibles cambios en las dinámicas de transmisión y exposición, inducidos por el cambio climático (Componente D).

El proyecto INAP ha permitido un avance en la capacidad del país para la producción y difusión de información climática, la elaboración de escenarios de cambio climático y el fortalecimiento de la capacidad técnica y científica. Adicionalmente ha promovido el desarrollo de medidas de adaptación claves para reducir la vulnerabilidad del macizo de Chingaza, junto con el monitoreo del área glaciar en los nevados relacionados con el ciclo del agua; la reducción de los impactos negativos en la regulación hídrica de la cuenca del río Blanco por medio de restauración ecológica participativa del paisaje; la adopción de modelos de planificación del uso de la tierra incorporando los impactos del cambio climático en los municipios de La Calera y Choachí, a través de Planes de Vida Adaptativos; además de la adaptación de los sistemas productivos al cambio climático, a través de la capacitación de comunidades locales en agroecología y agricultura orgánica.

Con respecto a los adelantos del programa de adaptación en las áreas insulares del Caribe colombiano se han concretado algunas medidas como es el establecimiento del Sistema de Observación de los Océanos (GOOS) en el Caribe Occidental, mediante la instalación de estaciones de monitoreo y la instalación del Centro de Administración de Datos (CAD). Adicionalmente, se han construido sistemas de manejo integral del agua, un sistema de monitoreo de erosión costera, y un documento preliminar de política poblacional para el Archipiélago de San Andrés y Providencia, con la participación de las comunidades locales.

En lo atinente al componente D, se está evaluando el dengue y la malaria en algunas ciudades y municipios, con el uso de modelos estadísticos, lo cual ha permitido proponer ciertas medidas de adaptación para evitar la reproducción del vector del dengue, tanto en su biología como por el impacto de algunas actividades humanas.

## 5.5 PROGRAMA CONJUNTO: INTEGRACIÓN DE ECOSISTEMAS Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL MACIZO COLOMBIANO

El Programa conjunto parte del análisis conjunto del país realizado por el Sistema de Naciones Unidas (SNU) y las prioridades definidas por el Gobierno a través del Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010. Los socios del programa son: el Departamento Nacional de Planeación (DNP), MAVDT, Ideam, Corporación Autónoma Regional el Cauca (CRC), municipios de Puracé y Popayán, Cabildos indígenas del pueblo Kokonuko y la Asociación Campesina Asocampo.

El área piloto del programa es la Cuenca alta del río Cauca en los municipios de Puracé y Popayán y cuenta con 11.219 habitantes aproximadamente, distribuidos en los Resguardos Indígenas de Puracé, Kokonuco, Paletará, Quintana, junto con la comunidad campesina asociada en Asocampo, Asproquintana, sectores campesinos de Poblazón y Paletará.

A partir de los resultados del análisis de vulnerabilidad del área piloto del Programa y de la línea base de objetivos de desarrollo del milenio (ODM) para los municipios de Puracé y Popayán, se definieron tres grandes ejes como guías del plan de adaptación y en los cuales se han venido desarrollando las medidas de adaptación propuestas con la comunidad: 1) Agua segura, 2) Comida segura y, 3) Fortalecimiento de capacidades.

En el tema de agua segura se plantea: la construcción participativa de modelos piloto (en viviendas y escuelas) con tecnologías apropiadas de almacenamiento, manejo y saneamiento de agua, con atención prioritaria a las mujeres. El fortalecimiento de la capacidad de gobierno sobre el agua por parte de las autoridades locales y las juntas veredales. Priorizar áreas con capacidad de regulación hídrica: Bosques de Galería y el Bosque Natural Denso. Diseño e implementación de acciones de almacenamiento con uso colectivo y familiar del recurso, además de la regulación de corrientes, con base en los impactos las sequías y excesos hídricos. Generar apropiación comunitaria de nuevas prácticas sanitarias para manejar los riesgos del cambio climático en la salud. Fortalecer capacidad local de monitoreo hidrometeorológico. Implementación de sistemas de alertas tempranas y planes locales de emergencias comunitarias. Definición de áreas inseguras debido a amenazas naturales recurrentes.

Para el tema de comida segura se plantea: identificar y desarrollar alternativas de producción y generación de ingresos sostenibles. Acciones para mejorar la producción de alimentos y la dieta alimentaria para mejorar niveles de nutrición con prioridad para las mujeres cabeza de hogar. Manejo de agroquímicos en la vivienda y escuela (almacenamiento). Priorizar la incidencia en el plan municipal de seguridad alimentaria y la incorporación de la gestión del riesgo en el EOT. Generar valor agregado con enlaces productivos (Trueque). Mejora de la estructura de fondos rotatorios con capacitación para mejores prácticas (capitalización). Iniciar procesos de reconversión de usos del suelo con ordenamiento y planificación de la producción agropecuaria que permitan liberar áreas para conservación y conservación hídrica, establecimiento de banco de semillas y parcelas de paso para adaptación climática de material vegetal de propagación. Arreglos productivos de agrosistemas a partir de "buenas prácticas" y enriquecimiento de la biodiversidad en términos de germoplasmas más flexibles o adaptables entre un piso bioclimático y otro. Realización de un proceso de ordenación basado en la consolidación de una producción sostenible, la definición de áreas para la restauración ecológica enfocada en la regulación hídrica.

El tema de fortalecimiento de capacidades es una estrategia trasversal a las anteriores y comprende: propuestas educativas para el relevo generacional y la preparación ante el cambio climático, empoderando a los jóvenes como agentes de acciones positivas y de cambio. Incorporar estrategias diferenciadas con enfoque de género y aspectos étnico-culturales en la implementación de las medidas de adaptación al cambio climático para facilitar el logro de los ODM. Analizar la participación de las mujeres en la toma de decisiones, diseño, promoción de las acciones. Fortalecer capacidades en las autoridades regionales, municipales, ambientales y tradicionales con énfasis en la prevención de riesgos y la planificación del territorio (incluye: sensibilización de los riesgos climáticos, fortalecimiento organizativo, capacitación técnica para la adaptación, educación a la comunidad con énfasis en instrumentos de la educación formal y desarrollo normativo).

## 6. EDUCACIÓN, FORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN A PÚBLICOS

En este capítulo se destacan las acciones realizadas por Colombia en torno al Artículo 6, principalmente lo efectuado entre los años 2007 y 2009 y se plantean las acciones las líneas estratégicas para extender el

conocimiento sobre los temas de cambio climático en el país. El enfoque se orienta de acuerdo con las líneas de acción establecidas en el Programa de Trabajo de Nueva Delhi en torno al Artículo 6: 1) promoción de la participación ciudadana; 2) acceso a la información; 3) creación de conciencia; 4) capacitación; 5) educación y 6) cooperación internacional (CMNUCC, 2002).

Respecto a la promoción de la participación se tiene que en los últimos años se ha registrado un incremento en la participación de la población en los temas de cambio climático en el país, como resultado de iniciativas lideradas por el gobierno, la sociedad civil, la academia, los gremios, los medios de comunicación y las comunidades. Las ONG han desempeñado acciones que promueven acciones y resultados sobre la concienciación y participación ciudadana. Asimismo, es relevante la participación de los niños y jóvenes a través de actividades de educación formal, no formal e informal.

Por su parte los medios de comunicación de radio, prensa, televisión y portales de internet, entre otros, han jugado un papel importante en el acceso a la información por ser la fuente masiva más importante para el acceso ciudadano a información sobre los temas de cambio climático. Uno de los esfuerzos del gobierno nacional en esta área es el portal de internet ([www.cambioclimatico.gov.co](http://www.cambioclimatico.gov.co)), donde se destacan aspectos generales, legales, técnicos y científicos del cambio climático. Asimismo, en las páginas web del MAVDT ([www.minambiente.gov.co](http://www.minambiente.gov.co)); la página del Ideam ([www.ideam.gov.co](http://www.ideam.gov.co)) y el portal del Sistema Nacional de Información Ambiental ([www.siac.gov.co](http://www.siac.gov.co)), se puede tener acceso a información sobre el tema.

Entre las actividades que se realizan para fortalecer la conciencia sobre el cambio climático se encuentran: la realización de campañas, eventos, jornadas de sensibilización, producción de materiales divulgativos, eventos académicos, científicos e investigativos, entre otros. Una propuesta que debería implementarse en los centros de educación superior e intermedia se orienta a la creación de cátedras libres de análisis sobre el conocimiento relacionado con el cambio climático.

Colombia, con el apoyo de diferentes entidades nacionales e internacionales, ha promovido la realización de cursos, seminarios y encuentros para el intercambio de experiencias; entre algunos de los eventos internacionales desarrollados entre los años 2008 y 2009 se encuentran: Curso Generación de Escenarios de Cambio Climático Regionalizado; Seminario Iberoamericano de Escenarios de Cambio Climático; Taller de Evaluación de Medidas de Adaptación al Cambio Climático en Iberoamérica; V Encuentro Anual de la Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático, y Encuentro Internacional de Investigadores del Grupo de Trabajo de Nieves, Hielos Andinos y del Caribe.

El país cuenta con avances significativos en los procesos de educación ambiental tanto en la educación formal, como en la no formal, a través de las nueve estrategias de la Política Nacional de Educación Ambiental (MMA & Ministerio de Educación Nacional, 2002). Estos avances son el resultado del trabajo interinstitucional e intersectorial en el tema, sin embargo, aún no se cuenta con estadísticas detalladas al respecto.

Algunas de las acciones desarrolladas que más se destacan son: el Portal web nacional sobre cambio climático [www.cambioclimatico.gov.co](http://www.cambioclimatico.gov.co); la campaña nacional La Hora del Planeta liderada por WWF con el apoyo del MAVDT; el concurso de Bayer Encuentro Juvenil Ambiental en el tema de cambio climático; la realización del Primer video de adaptación al cambio climático, lanzado en el Marco de la Décimo Tercera Conferencia de las Partes de la CMNUCC en Bali –Indonesia en el 2007-; y la realización de la Feria internacional del medio ambiente -FIMA-.

## 6.1 GENERALIDADES DE LA ESTRATEGIA DE EDUCACIÓN

El objetivo principal de la estrategia es establecer directrices que contribuyan en la creación de capacidades a nivel local, regional y nacional en los temas de cambio climático por medio de la implementación, seguimiento, acompañamiento y evaluación, de medidas que promuevan el acceso a la información, fomenten la conciencia pública, la capacitación, la educación, la investigación y la participación.

Por otra parte, los ejes estratégicos definidos para implementar la estrategia son: 1) Participación; 2) Acceso a la información; 3) Conciencia pública; 4) Capacitación; 5) Educación; 6) Investigación. Estas serán las líneas sobre las cuales girará el accionar de las diferentes instituciones en el nivel local, regional y nacional.

Por último, el seguimiento y evaluación de la estrategia mencionada será un trabajo a desarrollar de manera conjunta entre las entidades encargadas de promover dicha estrategia, el Ideam y el MAVDT. Teniendo en cuenta que el Programa de Trabajo de Nueva Delhi será revisado a nivel mundial en los años 2010 y 2012, Colombia realizará dos revisiones preparatorias en los mismos años, con la respectiva publicación de los resultados.

## 7. DESAFÍOS, CARENCIAS Y NECESIDADES

### 7.1 RETOS PARA LA COORDINACIÓN

Si duda, uno de los mayores desafíos para enfrentar el cambio climático consiste en la mejora de la coordinación interinstitucional. Dicha coordinación deberá permitir reducir el impacto negativo por el cambio climático a través de: a) El incremento de la resiliencia de las comunidades, la cual debe partir del trabajo y acuerdo con las comunidades; b) Fortalecimiento de las entidades encargadas de soportar y orientar las medidas de adaptación; c) Avanzar en los modelos regionales y locales que permitan establecer la simulación y determinación de escenarios que conduzcan a una evaluación del riesgo individual y agregado por sectores dependientes de los bienes y servicios ambientales amenazados; d) Aumento de la capacidad individual de las economías campesinas más vulnerables, diferenciando los diferentes cultivos y asociaciones que den mayor seguridad alimentaria; e) Aumentar la capacidad de amortiguación de los efectos de eventos extremos y; f) Fortalecer la creación de grupos regionales de investigación aplicada para optimizar la sinergia entre países con similares retos, además de alcanzar mayor eficiencia en la integración de fortalezas y experiencias de los países más avanzados en el proceso de investigación, aplicación y evaluación de resultados.

### 7.2 PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Si bien el país tomó la iniciativa en la implementación de los proyectos expuestos en el capítulo de adaptación, es prioritario generar una estructura nacional con la participación de las diferentes entidades e involucrados, donde los ejes prioritarios son:

- Gestión del recurso hídrico superficial y subterráneo de manera transversal, en el cual se integran los diferentes sectores energético, agrícola, industrial, etc.
- Diseño e implementación de las medidas de adaptación, basadas en una evaluación previa de la vulnerabilidad, de tal forma que involucre tanto los bienes y servicios que prestan los ecosistemas, la optimización de la ordenación territorial, junto con las variables socioeconómicas y condiciones técnicas para establecer la capacidad de adaptación al cambio climático.
- Evaluación de los riesgos asociados con los eventos extremos, relacionados principalmente con las variables hidrometeorológicas.
- Valoración de la vulnerabilidad, con base en la metodología presentada en la SCN, con el fin de permitir la interrelación y discusión entre los diferentes sectores, ecosistemas y grupos de interés.

#### 7.2.1 Arreglo institucional y lineamiento para los planes nacionales de adaptación/mitigación

Una oportunidad de alcanzar las mejores inversiones costo-efectivo de los recursos, debe ser a partir del programa nacional de adaptación, soportado en la participación abierta y expedita de los intereses de las poblaciones o comunidades más vulnerables. Por lo anterior, es importante que el país construya un programa nacional de adaptación, no con la finalidad de sumar de intereses, sino con la opción de un incremento real de apoyo oportuno y práctico de las capacidades existentes entre las diferentes instituciones.

Se requiere dentro de dicho plan de adaptación, concentrarse en una planificación nacional – regional y local que integre a partir de indicadores para el desarrollo sostenible, señales claras de la evolución de la capacidad organizativa, la tecnología, el conocimiento y las habilidades de las instituciones.. Para la formulación e implementación de dichos planes nacionales de adaptación y mitigación, se requiere una estructura que permita llevar a cabo la coordinación con toda la capacidad, voluntad y respaldo normativo necesarios para resolver los desafíos mencionados.

Es importante incluir la depreciación o el consumo del capital natural para lograr un bienestar económico sostenible, en el cual no se descienda de una generación a otra, e incluso pueda mejorar. En otras palabras, mantener las riquezas más estratégicas (biodiversidad) como el valor de la base productiva de una economía compuesta de capital de origen humano, capital natural, conocimientos, instituciones y capacidades.

Con tales propósitos se debe buscar un ajuste al desarrollo, de manera que las medidas de adaptación aumenten la resiliencia de las comunidades y de sus medios de vida, con la construcción de una seguridad territorial basada en los activos y capitales más duraderos. Dicha estrategia además de necesaria, deberá ser el punto de partida para enfrentar el cambio climático en el país, pues contribuye a la lucha contra la pobreza y al logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

Los análisis de los efectos del cambio climático se deben ampliar en el alcance y plazo sobre ecosistemas, tales como: alto andinos, zonas áridas y semiáridas, humedales, ciénagas, estuarios, valles interandinos, al igual que los efectos sobre los recursos pesqueros, los cultivos de subsistencia, las selvas Pacífica y Amazónica, etc.

## 7.3 NECESIDADES TÉCNICAS Y FINANCIERAS

### 7.3.1 Necesidades técnicas

#### Gestión de la información

Con respecto a la generación de información suficiente y confiable para los futuros inventarios de Gases Efecto Invernadero, es necesario tener acciones como: el fortalecimiento y ajuste de los instrumentos de captura de información sectorial detallada. Tal gestión debe permitir un cálculo más preciso y exacto del inventario de GEI.

Los resultados obtenidos en el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para Colombia dejan en claro la necesidad de generar información sectorial con mayor especificidad y detalle, para promover la construcción de factores de emisión para el país. Esta necesidad conlleva el compromiso interinstitucional en la generación y suministro de la información detallada y a las escalas necesarias, porque aun teniendo la participación de las entidades sectoriales con las funciones y conocimientos en el tema<sup>17</sup> y que fueron soporte y enlace para la entrega de la información.

Con respecto a los análisis de vulnerabilidad, es prioritario tener una base de estudios que respondan a las necesidades de los tomadores de decisión de los sectores más vulnerables. Por tanto, se requiere de soportes confiables que permitan su interrelación entre las variables climáticas tomando como base la sostenibilidad de los ecosistemas y sectores productivos del país, entre los cuales los más susceptibles y vulnerables son: a) agropecuario; b) salud; c) litorales marinos; d) sistemas hídricos; e) infraestructura vital, entre otros, por causa de eventos climáticos extremos.

Adicionalmente, es procedente tener en cuenta la orientación de las gestiones ambientales dentro del ámbito instrumental, soportado con el manejo de la incertidumbre en la toma de decisiones.

#### Investigación participativa y aplicada para los sectores más vulnerables

Teniendo en cuenta los efectos potenciales sobre los procesos productivos de las medidas de mitigación de emisiones de GEI, se encuentra necesario trabajar en proyectos que permitan calcular para los diferentes sectores, el potencial impacto económico de posibles escenarios o proyectos de mitigación.

La investigación relacionada con los escenarios futuros de clima, debe seguir avanzando y consolidándose en el país; esta necesidad es uno de las más importantes y más complejos debido a la necesidad de contar con múltiples escenarios en escalas temporales y geográficas distintas que permitan hacer un análisis con menor incertidumbre sobre las amenazas futuras que Colombia enfrentará. Para esto El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, se debe fortalecer como la entidad nacional para avalar y estructurar toda la información y modelos de centros de investigación, universidades y proyectos para construir una base de datos confiable que permita a los tomadores de decisión de todos los sectores establecer un análisis certero de la situación futura del clima.

Se necesitan mecanismos innovadores para compartir riesgos y hacer frente a los nuevos desafíos que plantean los efectos adversos del cambio climático, incluidas la pérdida de biodiversidad, avanzando con la degradación de la tierra. Todo ello valorado con el fin de crear un subsidio por la adicionalidad impuesta de los riesgos del cambio climático, a ser cubierto por los responsables del nuevo margen o banda derivada del forzamiento atropógeno externo a Colombia.

Desde el ámbito de la investigación sobre la biodiversidad, resulta de gran importancia y urgencia, introducirle a la mayoría de las investigaciones, criterios de autosostenibilidad económica.

#### Cooperación Técnica

Es necesario aunar esfuerzos para a fortalecer los vínculos entre los diagnósticos y las orientaciones nacionales, junto con las capacidades de gestión de los territorios.

<sup>17</sup> obtener una mejor calidad y volumen de información en comparación con el primer inventario nacional; porque la participación de gremios e instituciones gubernamentales fue determinante para decidir frente a la información y definición de conceptos técnicos.



En la misma línea, se requiere información cartográfica local, sobre los impactos del cambio climático, así como orientaciones nacionales, entre otros aspectos para: 1) Que los municipios puedan ajustar su ordenamiento territorial y preparar sus Comités Locales y Regionales para la Prevención y Atención de Desastres; 2) Que las Corporaciones Autónomas Regionales puedan ordenar el territorio, el manejo de cuencas y el acceso y uso de los bienes y servicios ambientales; 3) Que los Parques Naturales ajusten su ordenamiento y tomen medidas de adaptación que beneficien a la biodiversidad y funcionalidad de los ecosistemas, en concordancia con los bienes y servicios ambientales que prestan; y 4) para que los sectores productivos y las comunidades estén preparados y puedan orientar y adaptar sus actividades.

### **7.3.2 Necesidades financieras**

Una vez se logren los acuerdos del alto gobierno, se encuentra procedente que la generación de la información, su análisis y divulgación de manera abierta y expedita se realice con y a través del Ideam; siempre y cuando las diferentes entidades ambientales, sectores productivos, centro de investigación y demás Ministerios se orienten en los mismos propósitos para avanzar en la adaptación. Todo ello será posible con los recursos financieros y técnicos necesarios para asegurar el logro de los objetivos del plan para la adaptación al cambio climático.

## **7.4 OTRAS NECESIDADES**

Dada la complejidad ecosistémica, económica y cultural, además de la extensión y el riesgo para los involucrados, se encuentra necesario diseñar e implementar de manera coordinada con las personas afectadas, los diferentes proyectos. Tales proyectos a implementar requieren de la exigencia de conocimientos, inversiones y procesos en lo técnico y social que desbordan la capacidad de la mayoría de las instituciones y condiciones técnicas existentes en el país.

Se debe tener en cuenta que los proyectos deben enfocarse en objetivos de adaptación sostenibles a largo plazo, partiendo de los resultados iniciales, los ajustes durante el proceso y las holguras determinadas en función de modelos que reduzcan los márgenes de incertidumbre.



# EXECUTIVE SUMMARY<sup>1</sup>

## 1 THE NATIONAL SITUATION

Colombia has been characterised by its environmental policy and conservation initiatives, which involve all parties, from civil society to senior levels of public administration, strengthened by the 1991 Constitution, which establishes an obligation on the part of the State to protect the Nation's natural wealth.

With the creation of the Minister for environment and of the National Environmental System (SINA), in Law 99/1993, a set of guidelines, regulations, activities, resources, programmes and institutions was established to enable the general principles of environmental management to be implemented. In this legal framework, research institutes were also established as necessary to support formulation of policy, regulation and directives.

In terms of climatic change, Colombia has approved the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), in Law 164/9094, and approved the Kyoto protocol in Law 629/2000. Subsequently, Ideam was designated as the coordination agency for the preparation of national communications, and the policy document CONPES 3242/2003 was issued, as "The national strategy for the sale of environmental services for the mitigation of climate change". Finally, the mechanisms for national approvals of projects to reduce greenhouse gas emissions and favour Clean Development Methods (CDM) were modified, and the Intersectoral Technical Committee for the Mitigation of Climate Change was created as part of the National Environmental Council.

Colombia's total area is 2,070,408 sq.km, including 1,141,748 sq.km of mainland, and 926,660 sq.km of territorial waters. The continental mainland area is divided into five natural regions, Caribbean, Pacific, Amazonia, Orinoco and Andes, and there is an island region in the territorial waters of the Caribbean. In political terms, the territory is divided administratively into 32 Departments, which are in turn subdivided into municipalities.

The physiographical characteristics of Colombia are diverse and complex, one outstanding feature being the cordilleras (ranges) of the Andes, in three major divisions - west, central and east - with each with their own genesis, ages and lithologies, separated from each other by their valleys of the Cauca and Magdalena rivers, with maximum altitudes between 4,700 and 5,400 m above sea level.

Colombia is located on the equatorial/under the influence of the intertropical confluence zone (ITCZ). This is a decisive factor in the distribution of rainfall in space and time, nubosity, and other parameter variables in Colombia. Its location to the north-west of South America also is also favourable to the influence of processes which occur in the tropical Atlantic, the Caribbean, and the tropical Pacific.

Average annual rainfall in Colombia is 3000 mm, with real evapotranspiration of 1,180 mm, and annual average run off of 1,800 mm (Ideam *et al.*, 2004). Approximately 61% of this is converted into surface run-off, generating an average flow of 67,000 cu.m/sec, equivalent to an annual volume of 2,084 cu. km. running of the five major hydrological regions on the in the mainland, as follows: 11% in the Magdalena, 5% in the Caribbean; 18% in the Pacific, 34% in Amazonia, and 32% the Orinoco basin.

In terms of the map of continental, coastal and marine ecosystems in Colombia (Ideam *et al.*, 2007), the territory is divided into three major by biomes: the grand biome of the tropical desert, in the Department of La Guajira; the grand biome of the tropical dry woodland in the Caribbean region, upper Magdalena and Valle del Cauca; and the grand biome of humid tropical forest, which covers the rest of mainland Colombia. Each of these has their respective

<sup>1</sup> Sources and references cited here may be consulted in the main document reference section for each chapter.

zonobiomes, orobiomes or pedobiomes. Within the three grand biomes there are 32 types of biome identified, and 311 continental and coastal ecosystems.

The largest mainland ecosystem in this total is the natural humid tropical forest of the Amazon-Orinoco basins (29,388,782 ha), followed by the grasslands of the Orinoco-Amazon basins (6,972,311 ha), natural woodland in the litho biomes of the Amazon-Orinoco basin (6,545,016 ha), natural woodland in the helobiome of the Amazon-Orinoco basin (6,167,279 ha), and natural Andes orobiome (5,180,863 ha).

The four marine ecosystems identified are distributed along the coasts of two oceans, including island systems, and consist of coastal lagoons and mangroves, as coastal ecosystems; and the sea meadows and coral areas, as marine bentic ecosystems (Ideam et al., 2007).

According to the statistical bureau DANE, the population of Colombia in 2008 was 44,450,216, being the second most populous country in South America and the fourth in the Americas. The Andean region is home to 75% of the population, and the Caribbean region to 21%. The seven largest cities hold 34% of the total population, and they have higher demographic growth rates than the rest of the country.

Life expectancy at birth has gradually increased between 1985 and 2005, for both men and women. The infant mortality rate has shown on a downward trend in that period (DANE 2007a). Fecundity has fallen by 27.5% in the last 20 years (DANE, 2007b).

The structure of the population is as follows: mestizo, 51.51%, white 35%, black 10.6% and indigenous 3.4% (DANE, 2005). Some 31 million ha have been turned into indigenous reservations and 5.5 million ha into black community territory.

In structural terms, GDP is largely represented by the service sector, in which there has been constant growth since the 1950s, principally in financial services, and with an expansion of public service coverage. The service sector rose from 27% of GDP in 1970 to 42% in 2003 (Cárdenas, 2007). The share of primary production and manufacture has decreased, and stabilised within the structure of value generation in Colombia (Ortiz *et al.*, 2009).

The production of primary goods from agriculture, forestry, hunting and fishing has steadily lost its relative weighting in the structure of GDP, while mining has grown steadily, over the last 20 years.

After a negative annual variation of 4.2% in 1999, GDP began a slow recovery from 2000 onwards, and in 2001 reported the same GDP as for 1998. In 2006, there was growth of 6.84%, which was evidence of a phase of expansion, principally driven by exports (GNP, 2006).

According to DANE and the central bank, (Banco de la Republica), the economy achieved recovery in GDP growth since 2000, from COP 89,968 million (constant 1994) to COP121,924 million for 2007, corresponding to per capita GDP increases (1994 prices), of US\$2,126 (2000) to US\$2,566 (2007)<sup>2</sup>. Nonetheless, 2009 was characterised by a reduction in growth, after an important period of economic expansion, making this possibly the first year of a downturn in the cycle caused by the world economic crisis.

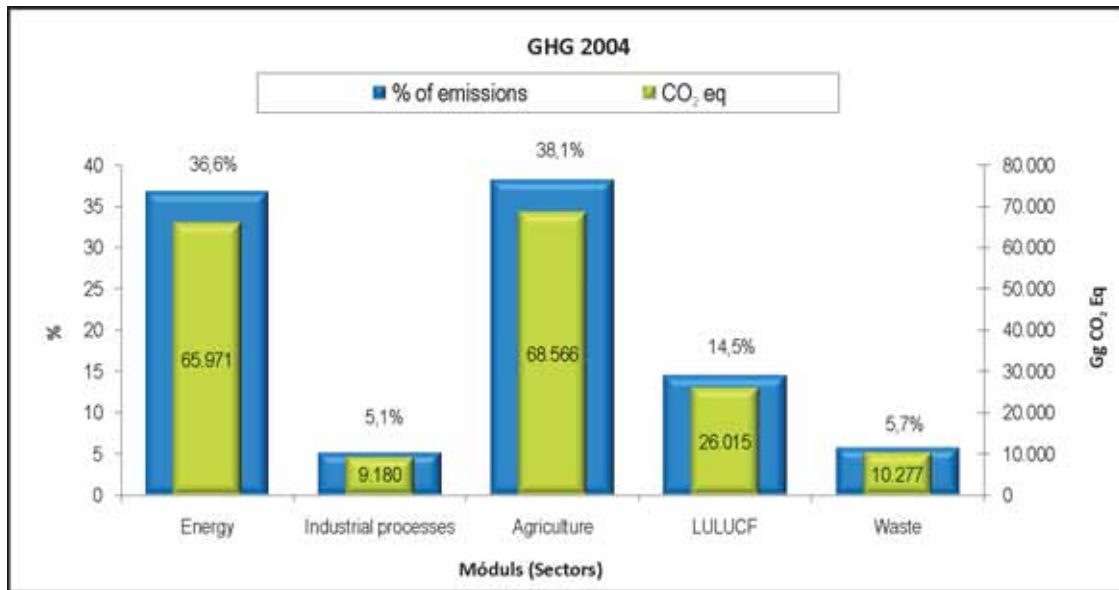
## 2 NATIONAL INVENTORY OF GREENHOUSE GASES (GHG)

Colombia made its national inventory of GHG for 2000 and 2004 following IPCC directives on Good Practices, and the management of uncertainty.

The results of the inventory show that the contribution of greenhouse effect gases is composed as follows: carbon dioxide 50%, methane 30%, nitrogen oxide 19%, leaving 1% for the remaining GHG, which are not in the Montreal protocol, such as HFCs, CFCs, and halocarbons and sulphur hexafluoride (Ideam, 2008c).

In whole numbers, the sectors which caused most GHGs in 2004 were agriculture 38%, energy and 37%; land-use, land-use change and forestry - LULUCF - 42%. These were followed by solid waste, 6%, and industrial processes 5%. When the total emissions of the modules for agriculture added to those of LULUCF, it is evident that the sector in general makes a significant contribution of some 50% of total emissions in 2000 and 2004 (see Figure 2.1).

Figure 2.1. The share of each module (sector) and total GHG emissions, 2004



Source: Ideam, 2009.

Table 2.1 shows details of the activities or categories which contributed most GHG in terms of CO<sub>2</sub> equivalent in 2004, corresponding to 80% of all GHG.

Table 2.1. Principal modules and categories/activities contributing GHG, 2004

Main modules and categories		% de CO <sub>2</sub> eq.
Energy	Transport	12.1
	Energy industries	8.5
	Manufacturing and construction	7.3
Agriculture	Enteric fermentation	18.5
	Agricultural soils	18.1
LULUCF	Soil CO <sub>2</sub> emissions	4.1
	Conversion of woodlands and pasture	9.2
Waste	Solid waste disposal in the ground	5.0
<b>Other</b>	<b>Accumulated main sources:</b>	<b>79.8%</b>

Source: Ideam, 2009.

According to the GHG inventory for 2004, Colombia contributes 0.37% (180,010 Gg) of world total emissions (49 Gigatonnes), and individual emissions per capita are below the world average, and very far below values recorded by Europe, western Asia and North America.

### 3 MITIGATION

Mitigation is defined by IPCC as human intervention to reduce man-made stresses on the climatic system, through strategies designed to reduce GHG sources and emissions, and to potentiate sinks. Although Colombia has no commitments to reduce emissions, and plays only a marginal part in GHG emissions (0.37% of global totals), it has developed and implemented a number of policies which promote sustainable development associated with low emissions of such gases, as the result of an evolution of mitigation on a national scale.

#### 3.1 NATIONAL POLICIES AND PLANS ASSOCIATED WITH MITIGATION

Mitigation actions in Colombia are coordinated by the Mitigation Group for Climate Change in the Ministry of Environment, Housing and Tourism (MAVDT), as a specific institutional instance which concentrates and articulates action taken by various production sectors. According to the guidelines for climate change policy and the National Development Plan (PND) 2002-2006 (DNP, 2002), which set targets for reduction of GHG emissions, an institutional strategy was established for the sale of environmental services derived from mitigation of climate change (CONPES

3242), to encourage greater participation by Colombia in Clean Development Mechanism (CDM), and establish the generation of an institutional framework required for the efficient development of emission reduction activities.

### 3.1.1 National development plan 2002- 2006 and 2006-2010

The PND 2002-2006 established a number of actions to be implemented with reference to the mitigation of climate change. In particular, there were a) development of a national project for GHG capture, with a target to reduce 200,000 tonnes of carbon dioxide; b) support for sector initiatives with CDM and other mechanisms, to promote the participation in the carbon market.

With regard to the national project for GHG capture, the first forestry project has been approved in Colombia, for the reforestation of the 15,000 ha, which it is estimated will reduce will make a reduction of 5,000,000 tonnes of CO<sub>2</sub> eq, over a period of 20 years (MAVDT, 2009).

In sector terms, the final target mention established a reduction of 1,000,000 tonnes of CO<sub>2</sub> equivalent, for the energy sector; to project to project for less contaminating mass transit, with reductions of 800,000 tonnes of CO<sub>2</sub> equivalent, and a project to take advantage of methane in waste infills, with a reduction of 10,000 tonnes of CO<sub>2</sub> equivalent. In total, it has been calculated that Colombia may generate some 2 million tonnes in Certified Emission Reduction (CER), with a potential value in the carbon market of US\$ 8 million (DNP, 2002).

In terms of projects for reduction in emissions, in the period 2000-2006 four projects were approved for energy with an estimated reduction of 233,000 tonnes of CO<sub>2</sub> equivalent. A project was approved in the transport sector with potential mitigation of 246,563 tonnes of CO<sub>2</sub> eq per year. These projects may generate some 872,655 Certificates, and income of some US\$ 3 million. If the forestry project is included, generation could reach 1,123,000 tonnes in CO<sub>2</sub> eq of CER, with approximate earnings of US\$ 4.5 millions (MAVDT, 2009).

The 2006- 2010 plan specifies the need to provide support the current portfolio of CDM projects, in order to strengthen the offer of environmental goods and services, and to promote options for the reduction of GHG emissions (DNP, 2008). At present, five projects have brought CER for 2007-2009, making total income of US\$55.8 million (MAVDT, 2009). This strategy provides for the design of tools to overcome technical, commercial, institutional and financial barriers which limit the development and formulation of these project projects.

In the component for biodiversity conservation, the latest National Plan proposed development of a policy document (complex), to define and regulate the national system of protected areas (SInap), instruments of financial sustainability, and an expansion of an additional 200,000 ha. Further, it established the need to develop plans for land-use regulation and management of 2,000,000 ha of natural forest (DNP, 2007).

The following new protected areas have been created since 2006: Serranía de los Churumbelos Auka Wasi Nature Park, Doña Juana Vascabel Volcanic Complex, Yaigoje-Apaporis Nature Park and the Orito-Ingi Ande Medicinal Plant Sanctuary. This was in excess of targets.

### 3.1.2 Multilateral cooperation agreements

Colombia has ratified multilateral strategic alliances in response to the need to reduce GHG concentrations, giving priority to CDM as an instrument for effective mitigation and sustainable development in Colombia.

Among the most important MOUs are the World Bank Prototype Carbon Fund, the CAF Latin American programme for carbon and alternative energy; the MOU between the government of the Netherlands and the Republic of Colombia (2002-2012), and the MOU between the Government of France and the Republic of Colombia (2003-2012)

## 3.2 SECTOR STRATEGIES AND PLANS

### 3.2.1 The energy sector

The energy sector has a number of plans and programmes designed to contribute to GHG emission reductions, such as: the National Energy Plan 2006-2025 (MME and UPME, 2006), the programme for Rational Energy Use and Non-Conventional Energy Sources (MME, 2001), the programme for rational energy use and other forms of non-conventional energy - PROURE- (MME, 2001 and 2003); subprogrammes of non-interconnected zones (IPSE, 2005), and the Methane Market Programme, with US-EPA and MAVDT.

In the oil sector, Ecopetrol has structured a strategy to reduce GHG emissions under a collaboration agreement with IDB, signed in 2008. This action has identified 38 initiatives for mitigation in production, transport and refining, with a potential of some 2,000,000 tonnes of CO<sub>2</sub> equivalent/year, focusing on the exploitation of gas, fuel substitution, the generation of electricity with less GHG-intensive technologies and fuels, and energy efficiency.

In research conducted on potential reductions in the energy sector emissions, Universidad de los Andes (Cadena et al., 2008) has identified a position in which the change in carbon fuels for gas fuels in industry over a 20-year horizon is the measure which will have the greatest potential for GHG emission reductions, even if the cost is high (US\$ 35 per tonne/CO<sub>2</sub>). With the introduction of more efficient boilers, there will be important potential reduction (37.6 million tonnes of CO<sub>2</sub>), at a cost of US\$3.6/tonne of CO<sub>2</sub>, and the savings generated by a reduction in the excess of urban buses as potential reduction estimated at 30.4 million tonnes of CO<sub>2</sub>.

### 3.2.2 Transport

Integrated mass transit systems are currently under construction or in operation in Bogotá, Soacha, Barranquilla, Cali, Cartagena, Medellín (Valle de Aburra) and Pereira (Dos Quebradas), with an average potential reduction of around 810,726 tonnes of CO<sub>2</sub> equivalent per year<sup>3</sup>.

According to the monitoring report for Phases 2 and 4 of the Transmilenio mass transit system in Bogotá, GHG reductions of 128,905 tonnes of CO<sub>2</sub> equivalent were generated during 2006 and 2007. This brought about greater fuel consumption efficiency, at 6.1 km/gallon, on average, for those years.

In terms of the use of natural gas as an alternative for clean mobility, MME<sup>4</sup> and UPME (2002)<sup>5</sup> evidence the importance of using that fuel in the transport sector, in the context of proven reserves of natural gas.

The use of cleaner fuels, specified in the MME Resolution 180158/2007 in accordance with the Law 1083/2006, established that as of January 1, 2010, public passenger transport operators in urban areas would have to use vehicles operating on clean fuels such as hydrogen, alcohol, natural gas, LPG, biodiesel, diesel with less than 50 ppm of sulphur, reformulated motor gasoline and electricity, as expressed.

The Government is using MAVDT to promote the use of electric cars, and has introduced duty exemptions (the current duty is 35%). In 2010, the Customs and Duties Affairs Committee (AAA) approved an initiative of MAVDT, for this duty to be cut from 35% to zero, and it is expected that the measure will come into force this year, with the publication of the related decree.

### 3.2.3 Industry

According to a joint industry opinion survey<sup>6</sup> made with ANDI<sup>7</sup> (2009), the perception of climate change shows a high level of concern, reflected in the fact that 69.7% of Colombia and businessmen consider that their business will be affected by it.

Among the measures to be taken by business in the next five years to mitigate climate change, there was particular emphasis on energy efficiency (18.3%), education and awareness campaigns among personnel (17.4%). Further, 47.4% will be making changes in their production processes, and 29.1% in their products. At the same time, 38% intend to extend their requirements to their supply chains, 24.9% will make contributions for the protection of ecosystems, and 24.4% plan to take specific actions to neutralise carbon emissions.

### 3.2.4 LULUCF

The Government is designing forestry programme with policy instruments which indirectly involved measures for mitigation, such as its forestry programme (DNP, 1996), Plan Verde (DNP and MMA, 1988), and the National Forestry Development plan (DNP et al., 2000)

A working plan was set up for mitigation on in the forestry sector, based on the intention to build up the generation and recognition of environmental services provided by forests in the removal of carbon dioxide, and actions proposed include 1) Definition of areas with potential for the execution of mitigation forestry projects, based on the definition

<sup>3</sup> MAVDT Colombia's CMD project portfolio, October 2009.

<sup>4</sup> Ministry of Mines and Energy.

<sup>5</sup> Mining and energy Planning Unit.

<sup>6</sup> The survey included for the first time a special module on the issue of climate change and its impact on Colombian industry

<sup>7</sup> Asociación Nacional de Industriales, the industrialists' association.

of forests in the context of CDMs (MAVDT and Ideam, 2005); 2) The establishment of principles, requirements and criteria for the approval of CDM forestry projects; 3) Preliminary formulation of the National CDM Forestry Project, with potential for reduction of emissions of 26 million tonnes of CO<sub>2</sub> equivalent<sup>8</sup> in 25 years.

During the period 2002-2008, MAVDT encouraged the introduction of 151,801 ha of protective reforestation, to support the integral management of water resources. It is estimated that this reforestation will have a potential for reducing emissions of up to 13,175,937 tonnes of CO<sub>2</sub> equivalent in 20 years. For its part, the Ministry of Agriculture and Rural Development (MADR) has promoted the commercial reforestation with the planting of 260,287 ha. This reflects a particularly positive trend in the growth of forestry plantations in Colombia.

In a 20 year horizon, it is estimated that emissions of 42,640,216 tonnes of carbon equivalent could be reduced by these commercial plantations, and 1,627,773 tonnes of carbon equivalent by rubber plantations .

Further, the Forest Warden Families programme of the Office of the President, has engaged 88,488 families in mitigation activities, protects 282,588 ha of woodland, scrub and páramo, and has made it possible to recover 53,477 ha, according to UNODC and Acción Social, 2007a). Further, there are 49,845 families with legal planted crops over 87,748 ha, who have been engaged in production projects.

For their part, MAVDT and Ideam have drawn up a plan for “Scientific and technical institutional training to support REDD projects”. REDD in Colombia began in 2009, and will be developed over two years by Ideam with the support of Fundación Natura, as a result of a donation from the Gordon and Betty Moore Foundation. The project will develop subnational and national procedures for the processing of images to monitor deforestation, estimate carbon levels in woodlands and other vegetal cover, and monitor biomass. The project produced a preliminary quantification of the rate of deforestation for the period 2000-2007

### 3.2.5 Agriculture

Environmental management in agriculture uses two instruments which bring together certain measures relating to the mitigation of climate change. The first is the interministerial environmental agenda, involving MAVDT and MADR; and the second is the environmental strategic plan for the farming sector (PEASA).

The interministerial agenda set lines of action which integrate mitigation measures such as 1) conservation and sustainable use of environmental goods and services such as climate regulation and water offer, which is working for the integral management of forestry resources, strategic systems and agro-biodiversity, management of climate change, mitigation services and support for CDM, and 2) Environmental sustainability in national production, which seeks to develop management aspects in all alternative systems for sustainable farm production and the development of ecological production, environmental management for farm production, and encouragement for the efficient use of soil and irrigation.

PEASA encourages integral management of natural resources, to bring sustainability to environmental goods and services supporting production, and strengthening the sector's capacity to face the challenges implicit in a threat to the productive base, such as desertification and climate change. PEASA contains activities for emission reductions, such as the development of productive systems with schemes for 1) Agro-forestry and woodland-pasture systems, 2) Integral management of the soil, 3) Good agricultural practices (GAP), 4) Ecological agriculture, 5) Precision agriculture (evaluation of inputs required per unit of producing soil), and 6) vegetal germplasm banks for plants, cattle and microorganisms.

Further, there is a strategic plan for Colombian cattle-breeding (FEDEGAN, 2006), which is concerned with a range of targets which are articulated to mitigation.

MADR designed a research strategy linked to productive chains, called “Agriculture and climate change”, financing programs and projects in research, and technological development and innovation with the farming sector, by production chains. The research programmes proposed develop and evaluate a range of technologies for mitigation at all and indeed affectation, in four themes: 1) Evaluation of levels of removal or capture of carbon dioxide, with different production systems, 2) options in soil management, 3) measures and technologies for cattle production, 4) evaluation of the impact of climate change on farming, fisheries and forestry production.

With the alliance between Ideam, Corpoica and other institutions<sup>10</sup>, work is being done on the following research areas for animal and Plant health management in regard to climate change, to be completed in 2011. 1) Climate

<sup>8</sup> Data adapted from MAVDT in which CDM forestry projects offer a potential annual reduction of 1,247,919 tonnes of CO<sub>2</sub> equivalent.

<sup>9</sup> Carbon increases for plantations of *Hevea Brasiliensis* in Colombia, reported by Buitrago *et al.*, 2005.

<sup>10</sup> Including Cenicafe, Corpoica, Alexander von Humboldt Institute, ANALAC, Universidad de Cundinamarca, the Ubaté milk producers association, the Boyacá cattle-breeders federation FABEGAN, the Zipaquirá cattle-breeders association etc.



exchange fluctuations in pathogens associated with the soil (clostridiums); 2) Development of an early warning system for the chinche in pasture and relationship to climate change; three) modelling of the effects of climate change on the *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* tick, in high tropical lands in Colombia; 4) The effects of climate change on altitude distribution of pests and their natural enemies, in the context of the coffee industry in Colombia

Two cattle raising projects, with support of GEF and the World Bank, seek to implement silvo-pastoral systems (SPS) in the sector, with a series of good management practices, to achieve profitable reduction of GHG emissions and to reduce vulnerability to climate change. The first of these is the project for Integrated Silvo-pastoral Focus in Ecosystem Management, completed in 2008. The second is "Colombia mainstreaming sustainable cattle ranching project"<sup>11</sup>, due to start in 2010.

### 3.2.6 Waste

Based on the annual reports of the Superintendency of Household Public Services, it is noted that, of 1085 municipalities that reported information for their public services systems in 2002, 68% disposed of their waste in 604 inappropriate sites (open-air dumps, burning, burial, and discharge into bodies of water), and 32% disposed of their waste appropriately, in 32 integrated plants and 143 infills. After resolution one to 90/05 of MA BET came into force, these figures were inverted for 2008. 31% of municipalities now dispose of their rate waste inappropriately, and 69% appropriately, in 59 integrated plants and 285 infills.

Within the technological strategies proposed to improve public health and safety in urban and rural communities through the integral management of solid waste, some contributed indirectly to the mitigation of climate change. According to the Superintendency report for 2008, 225,079 tonnes/day of solid waste are generated every day, of which 92.8% (23,283.5 tonnes) are disposed of in infills or integral treatment plants, notoriously contributing to an improvement in the systems of elimination, treatment and final disposal of waste, through a transformation of open-air dumps into infills.

This change reduces CO<sub>2</sub> emissions, given that the organic fractions decompose aerobically, and presents an increase in methane emissions (CH<sub>4</sub>), so, when implementing technologies for recovery and use of the methane generated, the conversion into infills contributes to the reduction in emissions.

With the financial support of IDB (Eteisa, 2006), a study was conducted on a national scale of the potential for recovery of methane in 20 infills around the country, close to large urban centres, in order to obtain in-depth knowledge of the potential for GED emission reductions derived from the management and disposal of waste. Results of the analysis showed that of the 20 infills analysed, there is a potential methane generation of some 48.8 million cu. m. per year, base year 2006. This would give an annual average of 2.5 million, and 788.8 million cu. m. by the year 2021.

The study concludes that the magnitude of reductions in terms of emissions avoided will depend on the facility with which the final disposal sites can improve their collection capacity and burning off of biogas, and this in turn depends on existing incentives for the sector in this activity, some of which can be obtained through CDM.

According to studies contracted for the Bogotá city administration, the potential for permission reduction of GHG is 5,000,000 tonnes of carbon dioxide equivalent for a period of 12 years.

## 3.3 COLOMBIA'S PART IN THE CLEANING DEVELOPMENT MECHANISM (CDM)

One of the objectives of the Climate Change Mitigation Group of MADVT is the promotion of development of high-quality CMD projects in Colombia. Up to December 2009, the Group's activities have enabled a national portfolio of 144 projects to be consolidated, 49 of them with approval at national level by direct request of the proposals, 20 been registered with UNFCCC, and six with CER.

The distribution of these projects by sectors can be summarised as follows: energy (31.25%), transport (8.3%), forestry (11.8%), industry (31.25%), and waste (17.36%). The annual potential for the GHG emission reductions in CDM projects which are part of the national portfolio is approximately 16,402,496 tonnes of CO<sub>2</sub> equivalent, which could generate potential income for Colombia of some US\$152 million.

On September 18, 2009 Colombia became the fifth Latin American country and the 12th country in the world in projects available for eligible for CDM treatment in the Kyoto protocol, after the Doña Juana infill in Bogota (estimated income US\$9 million), and the waste water treatment plant in Cañaveralviejo in Cali, obtained United

<sup>11</sup> This project has been led by FEDEGAN with the participation of CIPAV, Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez, and The Nature Conservancy, and support from GEF and the World Bank.

Nations registration, and contributed with a reduction of more than 827,384 tonnes per year of carbon dioxide equivalent. Colombia therefore has 20 projects registered.

In the context of financial instruments to encourage the acquisition in technologies and equipment to contribute to the reduction of GHG emissions, Colombia has passed Law 788/2002, and amended its Tax Code to provide an incentive for the purchase and implementation of equipment and technology as that have a demonstrable in direct impact on mitigation.

The incentives including tax exemptions were established for 15 years for the sale of energy produced from renewable sources such as wind, biomass or farm waste. The generating companies can benefit from this, provided that they obtain and sell certificates of GHG reduction, and use 50% of the funds obtained for this activity in social works. In addition, it was established that the importation of machinery and equipment for the project which generate GHG reduction certificates will be exempt from sales tax (IVA), both on the product and on related services.

### 3.4 PRIORITIES IN MITIGATION BASED ON THE GHG INVENTORY

Based on the results of the National GHG Inventory, an analysis was made of mitigation measures on a sector basis, as follows:

#### 3.4.1 Animal husbandry

Essentially, practices in this sector are concentrated on cattle-breeding, for which alternatives in the management of diet are one of the principal measures of mitigation in the sector, to reduce methane emissions are due to the fermentation of the animals' intestines. But these practices seek to improve the quality of pasture, and the incorporation of trees into production systems.

Although no methods have been approved by the Executive Board of CDM for the development of mitigation projects associated with improved diets for cattle, responding to a reduction in the methane emissions due to fermentation in intestines, this a the research line which remains to be developed.

#### 3.4.2 Agriculture and forestry

The measures of mitigation in agriculture refer principally to the efficient use and management of nitrogen-content fertilisers. In the forestry sector, this essentially requires priorities to be set in the management of woodland and reduction of emissions due to deforestation and degradation avoided, and an increase in biomass with the range of productive systems.

There has been a proposal in the agricultural sector to reduce the consumption of nitrogen-content fertilisers per hectare, and to increase the use of biofertilisers. For example, with *Rhizobium* genus bacteria, which possess the ability to form symbiosis with the leguminous species, from nodules which form in their roots.

#### 3.4.3 Energy

In the energy sector, it is important to give priority to manufacturing industry with regard to energy efficiency and changes of fuels used. In relation to the electricity generating industry, mitigation should be approached from the areas which form part of the National Grid (SIN), and non-interconnected areas (ZNI).

One of the alternatives is to secure supplies of electricity through an increase in generating capacity from hydro plants, taking account of limiting factors of a technical nature and socio-economic and environmental impact. However, it is important to note that the significant participation of hydro generation in the Colombian energy industry in terms of low GHG emissions, but a high risk for the country due to the adverse effects of reduced rainfall derived from climate change.

In non-interconnected zones, energy generation from renewable sources is one alternative, since it can generate employment and be a tool for rural development.

## 4 VULNERABILITY

### 4.1 EVIDENCE OF CLIMATE CHANGE

Based on the comportment of rain and temperature, Ideam has generated indicators for some evidence of climate change in Colombia, based on the analysis of historical series of rainfall (daily accumulation), and daily extremes of temperature (minimum and maximum), using Rclimdex, which is a statistical program developed by US-NOAA, the national climate datacentre, which calculates indicators for climatic extremes in order to monitor and detect climate change.

In the paramos, there was an evident trend towards a reduction of extreme rain events (associated with downpours), contrary to the experience and at other levels of attitude, where regardless of whether total annual rainfall increases or decreases, in most stations at most levels (0-1000 m), warm; (1001-2000m) temperate, and (2001-2000 m) cold. There is a tendency towards an increase in high-intensity rainfall (Ideam-Benavides et. al, 2007). This is in agreement with the text of the fourth IPCC report (2007), which concludes that extreme rain events are on the increase.

In the high-paramo stations, there has been strong increases in maximum temperature (associated with the day), and of close to 1°C per decade, while in the subparamo and high Andean woodland, increases are between 2.3% centigrade or zero .and 0.6°C per decade. These relatively high increases may be associated with clean air and the thinner atmospheric layer which the rays of the sun must penetrate (especially ultraviolet radiation, which has a high energy content).

At a minimum temperatures (associated with night-time and early morning), the increases in paramo stations are very low,. Indeed, may be noted that in some stations - El Cocuy, El Cardón, El Paraiso and El Tunel - there are slightly negative trends (decreases).

With regard to the comportment of the snows or glaciers, it was found that there was a rapid loss of area from the end of the Small Ice Age (1850). The data for change in glacier areas of Colombia indicate rapid de-glaciations, particularly in the last 30 years, with losses of 3-5% of coverage per year and a retreat of the glacier front of 20-25m per year. Therefore, for the period 2002 - 2003, the total area of glaciers was 5.4 sq.km., while for 2006 - 2007 that surface had been reduced to 47.1 sq. km.

Further, and based on the records of the marine recording station at Cartagena, Bolivar, Valle del Cauca, there is evidence of an increase in sea level in the Caribbean of some 3.5 mm/year, possibly attributable to global climate change amongst other factors. Measurements made at the port of Cristobal (Colon) in Panama shows similar results to those of the higher levels, though on a smaller scale. The calculations for the trend in the coastal data series taken from Cristobal gives a value of 2.3 mm/year.

For the Pacific coast, the evaluation of historical data from measurements of levels at the Marine station at Buenaventura (Valle del Cauca), and other comparable stations, show similar values for a rise in sea levels (but they are greater in Buenaventura) The trend calculated for the data series at points off the coast of Panama and Ecuador showed increases of between 0.99 mm and 1.4 mm per year, while at Buenaventura the increase is 2.2 mm per year.

For an analysis of future conditions, Ideam analysed the principal changes and trends in rainfall and temperature for different periods (between 2011 and 2100), taking his reference the period 1971-2000, under the name "climate normality"<sup>12</sup> based on observations of more than 3840 rain stations, 680 temperature stations and 610 relative humidity stations, with the application of the method suggested by Jones et al. (2004).

Three regional models were used In order to generate the scenarios of climate change: the Japan GSM-MRI high-resolution global model with horizontal resolution of 20 km\*20 km; Precis of the United Kingdom, with horizontal resolution of 25 km\*25 km, and the WRF model, generating results at 4 km\*4 km for the Andean region). The climate in the high-resolution studies was obtained with the initial conditions supplied by Reanalysis<sup>13</sup> ERA 40. While for the reference period 1979 out of 1998, analysis was made between the observations of Ideam and the high resolution global model developed in Japan. For maximum temperatures, the observed mean for the entire territory of Colombia recorded a rate of change of 0.11°C/decade, while the EIA 40 model produced 0.816°C/decade. For the average minimum temperature both the observations and ERA40 model presented an average increase rate for the country of 0.10°C/decade. The Japanese model did not produce any major changes for these extreme values.

<sup>12</sup> The normality is a baseline, being the information (multiannual averages amplitude, maximum and minimum values, variance) of the climate-related variables for the reference period used.

<sup>13</sup> ERA-40 of ECMWF

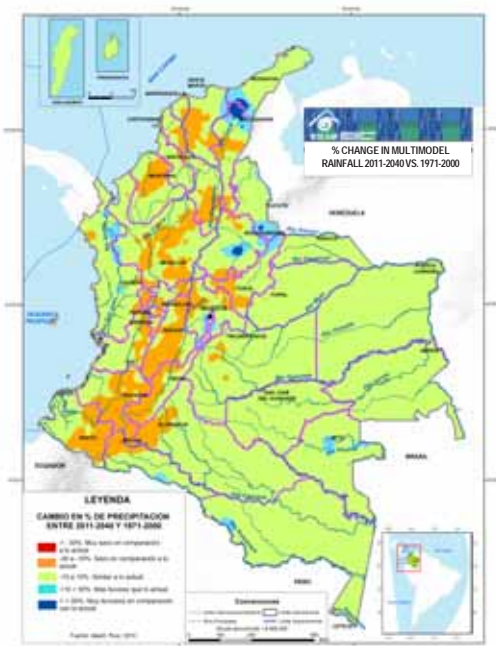
In sum, through the various studies made by Ideam, it was found that the analysis showed a linear trend in the immediate air temperature, which he is increasing at an average rate of  $0.13^{\circ}\text{C}$  /decade for Colombia; these values are consistent with those obtained with the ERA 40 (Precis), which obtained a values similar value of  $0.12^{\circ}\text{C}$ /decade, while the MRI model produced a result of  $0.32^{\circ}\text{C}$  /decade, for the 1978 and 1998 series. This also explains that the final results are sensitive to the reference period taken.

Based on the results of running the high-resolution models prepared by Ideam-Ruiz (2010), in general terms the result is the conclusion is that on average the mean temperature would increase  $1.4^{\circ}\text{C}$  for the period to 2011-2040,  $2.4^{\circ}\text{C}$  for the period to 2041/2070, and  $3.2^{\circ}\text{C}$  for the period 2071-2100. Please see Figures 4.1 and 4.4.

Figure 4.1 Map of the mean temperature difference from the multimodel for the period 2011-2040, compared to 1971-2000.



Figure 4.2 Map with the percentage change in rainfall from the multimodel in the period 2011-2040 vs 1971-2000.

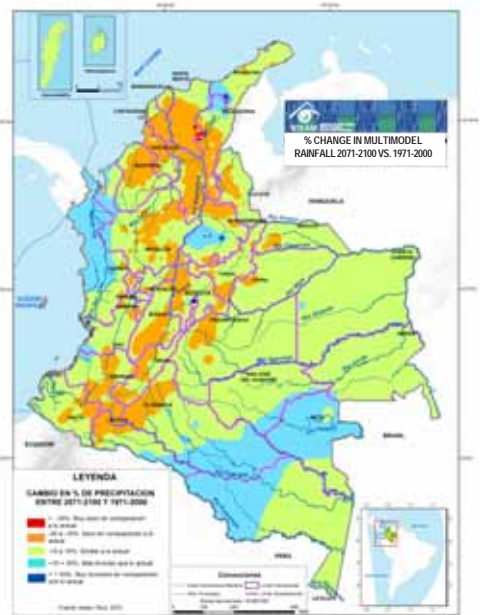


Source: Ideam-Ruiz

Figure 4.3 (left). Map with median temperature difference in the multimodel for the period 2071-2100, vs 1971-2000



Figure 4.4. (right) Map with percentage change in rainfall for the multimodel for the period 2071-2100 vs 1971-2000.



Source: Ideam - Ruiz, 2010

## 4.2 COMPARISON OF CHANGES BETWEEN PERIODS

Scenarios for the analysis of vulnerability refer to the beginning and end of the century. The possible comportment of rainfall and temperature between these two periods is shown below.

### 4.2.1 Rainfall

Changes in rainfall which may occur during the different periods are analysed presented in Figures 4.5 and 4.6.

Figure 4.5 Percentage of variation in median annual rainfall (%)

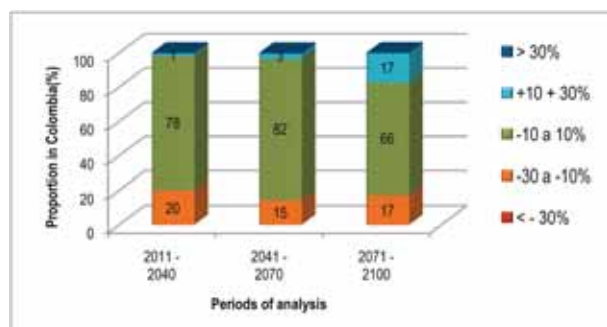
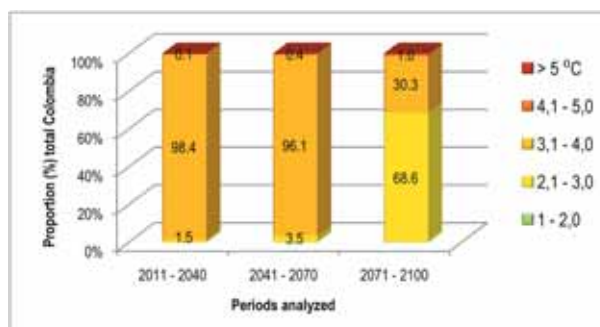


Figure 4.6 Rate of variation in rainfall (mm/year)



Source: Ideam-authors

In Figure 4.5, we can see that there is a higher percentage of occurrence or proportion of Colombian territory for the first period (2011-2040), in which there may be significant variations in the June annual median rainfall (30%-10%), compared to the other periods (2041-2070 and 2071-2100), based on the reference period 1971-2000.

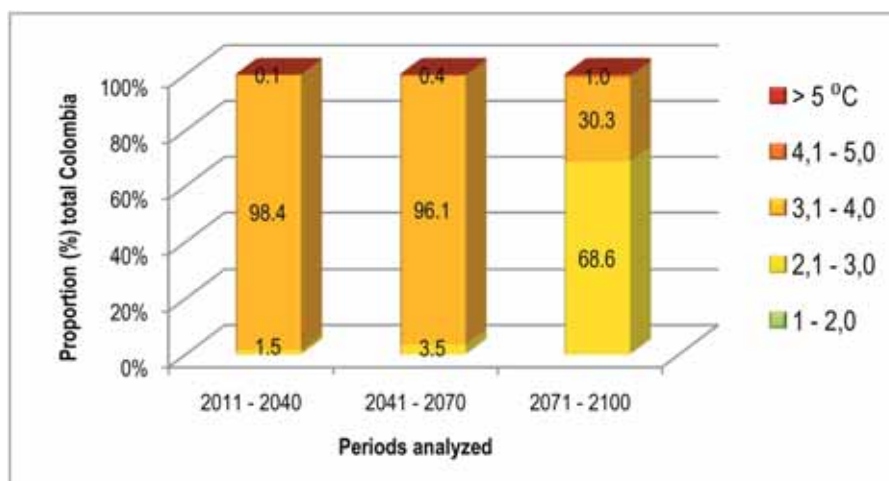
Figure 4.6 shows that 78% of the country, for the first period (2011-2040) would have a variation about 10%, which can be considered within the normal range of variability. Additionally, it is remarkable that the greatest reduction in rainfall (-30 to -10%) would occur in 20% of the country for the period 2011-2040.

Figure 4.7 shows how the median annual rainfall rate which would be used is shown in figure 4.7. decreases in proportion to territory (and 4%-256%), in the range of -3.1 to -4 mm/year. This deficit trend would be aggravated, if we take account of the fact that at the end of the century there may be reductions of more than -4 millimetres/year, in approximately 20% of Colombia.

### 4.2.2 Temperature

The comportment of annual median temperature of the air, based on the multimodel

Figure 4.7. Variation in annual median temperature (Multimodel) for different periods, compared to 2071-2000



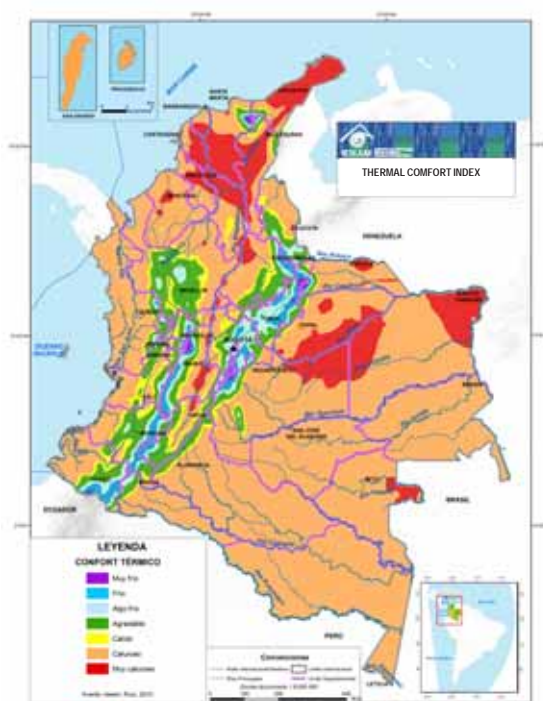
Source: Ideam-authors

From the foregoing Figure, it is evident that almost all the territory of Colombia (99.9%) would undergo increase in temperature of more than 2°C, principally towards the end of the century. The mapping of this comportment can be seen in Figure 4.1 and 4.3.

In the two periods at the beginning of the century (2011-2040 and 2041-2070), most of the country could be affected (more than 86%), by increases of more than 3.0°C. Figure 4.7 shows the coverage of each range of temperature for the period 2011-2100.

With regard to heat, temperature and humidity, variables were analysed to produce an average 43 climatological means for future climate (2011-2040, 2041-2070 and 2070 to 2100), and calculation was made of the thermal-comfort in index, using a cooling power adjusted equation of Leonardo Hill and Morikofer-Davos (Ideam, 2005), which considers the parameter of humidity together with variations in temperature with altitude to Council the classify thermal sensation in seven classes. The results show the variation which would be perceived from hot to very hot in the greater part of the Caribbean, Orinoco and Amazon regions, and along the valleys of the River Magdalena and Cauca in the Andean region, particularly in the period 2041-2070 (see Figure 4.8).

Figure 4.8 (left) Map with thermal comfort indicator, 2011-2040.



Source: Ideam-authors

In the high mountains of the eastern and central Andes cordilleras, there will be a slow shift from very cold, to cold, then to fairly cold. There will be no predominance of climates classified as pleasant to the human being.

### 4.3 METHOD TO CALCULATE VULNERABILITY TO CLIMATE CHANGE

Ideam, with the participation of a number of entities and actors related to the adaptation, developed a method to estimate and integrated and unified evaluation which would allow comparisons to be made and values to be assigned to the results of different sectors, ecosystems and institutions in the face of climate change. The methodology was based on IPCC structures and definitions, but is integrated into the structure and management of risk, based on the following relationship:

$$\text{Risk} = [\text{threat (probability of occurrence of adverse climate effect event)}] * [\text{vulnerability}].$$

In other words, the probability of occurrence (threat) of an adverse event operated as a multiplier of losses (impact) or vulnerability, determines the risk of loss of goods, services or functionality.

Vulnerability is considered on the basis of residual impact of climate change, after considering the capacity for adaptation. The form adopted in this methodology is based on the expression:



The capacity for adaptation was determined on the basis of conditions of those involved in combating potential damage, affectation or loss, together with opportunities derived from climate change and climate variability. This capacity is composed of a technical conditions and capacities, and some current socio-economic considerations which might act as barriers or opportunities.

In order to facilitate the assessment of the socio-, economic and institutional capacity, the SISBENIII index was used, as supplied by the DNP Social Development Division (Quality of Life Group) for each municipality.

The current technical condition of adaptation (also associated with the willingness to adapt in the future) is a function of planning supported by an appropriate strategy, methodology and tools to allow objective follow-up to be pursued in the implementation of works and actions to reduce vulnerability to climate change and climate variability- A national average was obtained from workshops with experts in different areas.

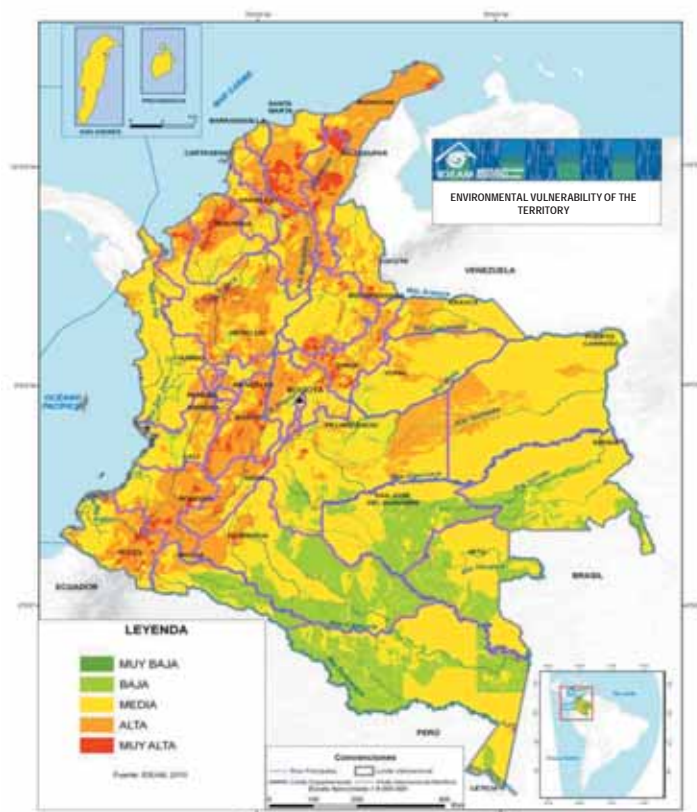
The criteria or basic aspects identified to establish the technical condition: a) Knowledge of impact and loss in the face of climate change/Analysis and prospects of impacts and losses in the face of climate change; b) The management of the effects of the extreme events; c) Organisation of institutions and civic participation; d) Risk transfer and the search for financial and economic strategies; and e) Opportunities and benefits of climate change.

The ecosystems, coverage, productive sectors, infrastructure and other variables analysed were: a) The high Andean orobiome, b) Natural and planted woodland, c) Secondary vegetation, pasture and scrub, d) Natural protected areas, e) Coastal herbaceous and scrub cover, coastal lagoons and mangroves, f) heterogeneous agricultural areas, g) Semi permanent and permanent crops (coffee), h) Annual and transitory crops, i) Analysis of some commercial crops (irrigated rice, oil palm, sugar cane), j) Pasture, k) Indigenous reservations, l) peasant smallholdings, m) natural continental bodies of water, n) Artificial continental water, o) Infrastructure areas for hydro-generation, p) Water resources, q) Coastal marine and island areas, and r) health.

#### 4.4 POTENTIAL IMPACT AND VULNERABILITY

Taking account of the methodology proposed, Figure 4.10 gives a cartographic presentation of territorial vulnerability, based on potential impact for the period 2011- 2040, and the capacity for adaptation as preliminarily established.

Figure 4.10, Map of environmental vulnerability of the territory, 2071-2100





Based on the evaluation of global climate models which best represent the regional climate, and with the help of high-spatial-resolution regional climate models, simulations were made of a range of climatic scenarios which might occur in Colombia over the next few decades and to the end of the 21st century. The most probable scenario of climate change is the following:

- Considering that an average increase in temperature which has occurred (0.13°C/decade, nationwide), in the reference period 1971-2000, principally reflected in the Departments of Cordoba, Valle, Sucre, Antioquia, La Guajira, Bolivar, Choco, Santander, Norte de Santander, Cauca, San Andres, Tolima and Caqueta; and the most significant reductions in total annual rainfall (millilitres/decade) were recorded in the departments of Putumayo (-6.14), Atlantico (-5.88), Arauca (-3.86), Guaviare (-3.85), Boyaca (-3.6) and Cundinamarca (-3.00), the evidence shows significant change with adverse effects differentiated across the country, which would probably become manifest at the end of the 21st century. The departments with the highest increase in total rainfall by decade are Quindio (0.58); San Andres (0-.67), Cesar (1.47), Cauca and Vaupes (1.64), Guainia (2.14), Antioquia (2.31), Choco (3.34) and Caldas (3.88).
- The median values for minimum temperature project increases of the order of 1.1°C for 2011-2040, 1.8°C for 2041 -2070, at 1.9°C for 2071-2100.
- The projections show increases for median maximum temperature values of the order of 1.5°C for 2011-2040, 2.3°C for 2041-2070 and 3.6°C for 2071-2100, indicating that the days will be warmer with respect to the reference period 1971-2000. The most significant median temperature increases will be expected over much of the Caribbean region and Andean region, especially in the Departments of Sucre, Norte de Santander, Risaralda, Huila, and Tolima.
- As a result of assembling high-resolution regional models, it was found that the average temperature in Colombia will increase 1.4°C for 2011-2040, 2.4°C for 2041-2070 and 3.2°C for 2071-2100. The most significant increases will be found in the Departments of Norte de Santander, Risaralda, Huila, Sucre and Tolima
- Based on the scenarios which involve the highest GHG emissions, it is estimated that the most significant reductions in rainfall will occur particularly in large parts of the departments of the Caribbean region, that is, Sucre (-36.3%), Cordoba (- 35.5%), Bolivar (-34%), Magdalena (-24.6%) and Atlantico (- 22.3%). In the Andean region, the Departments of Caldas (-21.9%) and Cauca (-20.4%) will also have important reductions in their average annual rainfall.
- Increases in rainfall during the 21st century are projected for scenarios of climate change, particularly in large parts of the Departments of Vaupes, Choco, Guainia,, Amazonas, San Andres and Vichada. For the savannah of Bogotá, the scenarios of climate change with the highest volume of GHG emissions analysed show reductions in rainfall of the order of -11.6% for the period 2011- 2040, -16.1% for 2041 - 2070, and 3.4% for 2071-2100, in relation to the reference period climate of 1971-2000.
- The greatest reductions in rainfall for the rest of the 21st century can be expected in various regions of the Departments of Huila, Putumayo,, Nariño, Cauca, Tolima, Cordoba, Bolivar and Risaralda; and in some of those Departments evidence of this will clearly begin to show in the period 2011-2041, in particular in Huila, Cauca, Nariño, Risaralda and Tolima.
- The results of projections of climate change indicate that relative humidity will be reduced in Colombia throughout the 21st century, with in relation to 1971-2000, at levels of almost 1.8% for 2011-2040, 2.5% for 2041-2070 and 5% for 2071-2100. The most significant reductions in this variable over the 21st century will take place in the period 2011-2040 over much of Tolima, Huila and Quindio; and more slowly, through the middle and towards the end of the century, this will extend to other Departments such as Sucre, Bolivar, Cesar, La Guajira, Norte de Santander, Cauca, Cundinamarca, Santander, Nariño and Risaralda.
- Based on the results of the assembly of the high-resolution models, and according to the Lang climate classification, the Guajira peninsula will maintain its desert characteristics; the El Choco will continue to have a predominantly super-humid climate, Amazonia will continue to be humid, and a great part of the eastern plains (Ilanos) will continue to have a semi-humid, climate. The most significant changes can be expected in the Caribbean region, which will change from a semi-humid climate (i.e. current conditions), to semi-arid, and finally classified as arid by the end of the 21st century. In the Andean region, the most notorious changes can be expected with transition from a semi-humid climate to a semi-arid one, and this will particularly affect different areas of Cundinamarca, Boyaca, Tolima, Huila and eastern Valle del Cauca.
- Based on the rainfall and temperature scenario (2071-2100), and indirect estimates (hydric balance), starting from the results of the Precis model, with regard to the average reference condition, there will be reductions of some 30% in average run-off in the basins of Guajira, lower Magdalena and part of the Caribbean coast, upper Magdalena, Napo, Saldaña, Cesar and Patia, covering the Departments of La Guajira and part of Magdalena, Cesar, Atlantico, Bolivar, Huila, Tolima and Cundinamarca.

The following conclusions are reached with regard to the most sensitive and vulnerable ecosystems:

### **Andean Orobiome**

- The potentially very high and high impacts which affect ecosystems of the High Andean Orobiome in the period 2011-2070 cover more than 70% of the orobiome (44.3 million ha). This potential impact, if analysed as a function of environmental goods and services for greater concentration of the population and production systems which depend on it, means that there will be important consequences, particularly if account is taken of pressure caused by the advance of the agricultural frontier due to over-utilisation and conversion of natural ecosystems into crop and pasture areas.
- This orobiome also contains large tracts of natural woodland and scrubland (more than 40%), which play an important part in the regulation of run-off, which would be significantly (20%) compromised by high and very high impact of the total identified for the high Andean orobiome.
- Results obtained indicate that the natural or mildly-intervened ecosystems are less sensitive (intrinsic vulnerability), than transformed spaces in the rural areas. Nonetheless, the affectation due to climate change may bring significant consequences: the changes may be small but will affect large areas, as would happen in Amazonia or biogeographical Choco.

### **Protected natural areas**

- The projected natural areas which record the highest potential impact in the nature parks of Macuira, Tayrona, Corales de Rosario and San Bernardo, all of them located in the Caribbean region. In addition, the high Andean orobiome, the nature parks of Pisba, Los Nevados, Sumapaz, Las Hermosas, El Cocuy and Chngaza are particularly likely to suffer high impacts in the longer term.

### **Farming, and peasant smallholding areas.**

- The most important areas for the Caturra coffee crop which would suffer high and very high potential impact related to a deficit in rainfall in the period 2011-2040 would be located in several parts of the Departments of Antioquia, Valle del Cauca, Quindio and Caldas. In addition, Huila, Tolima, Cauca and Risaralda, in particular, are forecast to suffer high potential impact. The percentage of the accumulated impact for the two categories - high and very high- would be of the order of 71% of the total area (approx. 869,000 ha), as surveyed by Coffee Federation census of varieties: Caturra 75%, Típica 63% and Colombia 71%. The greatest surface area which might be compromised by very high potential impact would be that of the Colombia variety (10%).
- Annual or transient crops located in different parts of the Departments of Antioquia, Tolima, Boyaca, Cordoba, Cundinamarca and Santander might suffer a very high potential impact in the period 2011-2040.
- In the period 2011-2040, the entire country may be compromised by high and very high potential impact affecting more than 50% of its pasturelands.
- The largest peasant smallholding areas which might suffer very high in potential impact due to reductions in rainfall would be partly in the Departments of Boyaca, Cundinamarca, Antioquia, Bolivar, Nariño and Santander. If all the surfaces which might receive high or very high impact from rainfall reduction in 2011-2040 are added together, they would account for 47% of the total peasant economy of Colombia.

### **Woodlands**

- Measures for the management, protection and conservation of coverage in ecosystems with special environmental conditions need to be developed and implemented, taking account of the potentially high and very high impact that threatens the beginning of the period (2011-2040), due to reductions in rainfall in the woodlands of Boyaca, Valle del Cauca, Bolivar, Magdalena and Antioquia, , along with secondary vegetation, scrub and grassland in the Departments of Tolima, Cauca, Nariño, Valle del Cauca, La Guajira, Antioquia, Huila and Cesar. These ecosystems, in addition to demanding conditions of climate and pressure from human activity to which they are currently subjected (agriculture, cattle-raising, mining and infrastructure projects) are essential elements for the population of those Departments.
- The conditions proper to semiarid, arid and desert climates might (according to the models) expand and become more rigorous and extreme. These areas will also urgently require regular monitoring and evaluation, in order to produce an effective valuation of restoration plans now moving forward in those areas of coverage, given the evolution prospects of the period 2011-2040.

## Bodies of water

- The natural continental bodies of water (rivers, lakes, lagoons and flood areas) would have a high potential effect, mainly in the Departments of Bolivar, Magdalena, Cesar, Santander, Tolima and Amazonas, and some 63% of Colombian territory would suffer high to very high potential impact in the period 2011-2040. There is also the important matter of the condition, interdependence and collateral impacts on other ecosystems which receive environmental goods and services from continental bodies of water.
- Further, if account is taken of the limited capacity of wetlands to adapt, it is considered that these bodies of water will be among the ecosystems most vulnerable to climate change. A small increase in the variability of rainfall regimes may have an important effect on flora and fauna in the wetlands (Keddy, 2000; Burkett and Kusler, 2000; cited by IPCC, 2008c)
- These reference points are corroborated by the very high impact (reductions of more than 30% in water yield), which is expected in the high parts of the Departments of the central Cordillera, the Altiplano Cundiboyacense high plateau, the centre of Cesar, seashores in the Departments of Antioquia, Cordoba, Sucre, Bolivar, Atlántico and some places in the upper part of the river Rancheria.
- Further, there is very high vulnerability in more than 45% of Colombia's areas of coastal mangroves, grasslands, scrub and lagoons during the period 2011-2040, particularly in the Departments of Magdalena, Nariño and La Guajira; and with the high vulnerability in Choco and Antioquia; this will cause cumulative impact on the sea-shore areas, if we also take account of the increase in sea level which will take place in those areas.

## Dry ecosystems

- it is considered that about 16% of Colombia's territory will tend to be warmer and drier, since part of the super-humid (12%) and humid territory (5%) will be reduced (by 5% and 4% respectively), to make way for semi-humid, semi-arid and arid climates (6%, 2% and 1%, respectively), in the period 2011-2040. It is therefore most important to make progress in the management of such conditions, particularly in sustainable management areas associated with loss of soil, optimisation of water regulation and distribution, and its close relationship with the processes of deterioration of the natural environment and poverty.
- Towards the end of the century (2071-2100), there will be an increase in semi-humid areas (12%) in Colombia, and an increase in semi-arid (2%) and arid (3%) areas, at the expense of areas classified today as humid (10%) and super-humid (6%).
- The evaluation of processes of desertification, and the effects expected from it from them, beyond the release into the atmosphere of an important fraction of carbon in the soil, is essential, in order to improve knowledge of vulnerability and risks related to the loss of environmental services which dry ecosystems provide to society, including the various sectors with regard to the imbalance which would arise due to the application of management or measures of adaptation which are not particularly effective or bad, generated by certain productive sectors.
- A review of major changes in surface using the Lang climate classification by Departments, with a tendency towards drier climates, is identified for the departments of Magdalena and Cesar, which would cease to have principally semi-arid and a semi-humid climates, and come to have semi-arid and arid conditions.
- In the Departments of Bolivar, Tolima, Cundinamarca, Huila and Valle del Cauca can expect more drastic changes, since mainly humid and super-humid climates would be exchanged for semi-humid, semi-arid and arid climates. The range of variation is much wider than that expected for the period 2011-2040.

## Coastal and island areas

- For the island areas of San Andres and Providencia, scenarios often called "pessimistic" show reductions of close to -6.7%, -7% and -10% for the three periods of reference for future climate (2011-2040, 2040-2071, and 2071-2100, respectively).
- If the sea level rises 1m by 2100, the population affected would be of the order of some 1.4-1.7 million, equivalent to 2-3% of the population of Colombia in that year; and 80% of them live in the Caribbean region and 20% in the Pacific region.
- Approximately 55% of the population of the Caribbean coast will be exposed to the direct effects of flooding from the sea. About 90% of this population affected is located in the larger towns and cities there, while the rest are scattered in rural areas. The cities would be under greatest threat, namely Cartagena, San Juan de Uraba, Turbo, Ponedera and Puerto Colombia, and rural areas of Cartagena.
- On the Pacific shores, some 41% of the population would be affected by flooding due to the rise in sea level. Some 36% of the population is to be found in the towns, while the rest are scattered in rural areas. The towns

of Tumaco, EL Charco, Nuqui, Jurado, Santa Barbara and Olaya Herrera have the largest of concentrations of population with some possibility of flooding.

- The rise in sea level by 1m, could cause flooding to affect more than 10% of the island of San Andres, in represented by swamps, the coastal strip, artificial infills, and some low coral terraces covered by mangrove. Residential and commercial urban areas would be affected in these places, as well as the island's port. On the islands of Providencia and Santa Catalina, the area exposed to flooding would represent 2.8% of the area of the islands, affecting places currently occupied by residential, commercial and public property, including the port of Providencia. There will also be adverse effects on the tourist areas of the bays of Manzanillo, Suroeste and Aguadulce where there could be a retreat of the beaches, and the swamplands could become flooded.
- Colombia's coastal and island zones classified as critical are the following: Cartagena, Barranquilla and Santa Marta for the Caribbean, Tumaco and Buenaventura on the Pacific. Cartagena and Tumaco will have the highest of vulnerability indicators for the Caribbean and Pacific, respectively

#### Areas and infrastructure for hydro generation

- Further important high (37%) and very high (6%) impacts might be caused to the capacity for hydro generation (effective and net for the period 2011-2040) in the departments of Antioquia, Caldas, Cauca, Cundinamarca, Huila and Nariño, which in relative terms would affect some 43% of the existing total capacity.
- Projected capacity (average energy), which in part reflects the greater capacity for generation that there might be in the future (2011-2040), would suffer high and very high impact, with a particular emphasis on the Departments of Antioquia (10%), Santander (9%), Tolima (6%), Huila (5%) and Cundinamarca (5%). This identification should be taken with relative reference to projects located in other Departments.
- If high and very high impact is accumulated in generating capacity, in the context of total future projects, the figure is something similar (43%), to that found for projects currently in operation for the period 2011-2040.

## 5 ADAPTATION

Adaptation is the adjustment which is made by natural human systems in response to real or expected climatic stimuli or effects, which attenuates the damage caused, or potentiates beneficial opportunities (IPCC, 2007).

Adaptation to climate change is an important and complex series of activities, which presents challenges in particular to developing countries<sup>16</sup>. The impact of climate change is already affecting those countries, in particular the poorest and most vulnerable, because they have fewer social, technological and financial resources to adapt with. Further, climate change affect the sustainable development of countries, and their capacity to achieve their MDOs for 2015.

As can be seen in the vulnerability analysis, Colombia is highly vulnerable to the effects of climate change. Therefore, in addition to national effort, there must be an availability of economic resources and international support.

It is to be expected that the implementation of measures for adaptation proposed the impact and vulnerability of Colombia will be reduced, and that potential environmental, economic and social effects will be attenuated, and for the this reason, an efficient monitoring system is being promoted for the evaluation of the relevance and effectiveness of measures for adaptation, along with re-orientation of actions to be taken, as appropriate.

### 5.1 Guidelines for adaptation

Given the progress that Colombia has made in its environmental and sector policies and regulation, the actions for adaptation proposed are largely addressed to the strengthening of actions already taken, but which require consideration of climatic variables in planning and execution. One of the most important efforts has been a much-needed articulation of policies, plans and programmes for sectors, with environmental actions, considering climate change in order to seek synergies and to avoid "bad" adaptations which will damage the efforts of other productive sectors in that respect.

The following strategic lines are proposed for development, structuring and subsequent preparation in detail through a National Adaptation Plan, in the context of the content of our Second National Communication (SNC), and on the CONPES policy document on Climate Change, currently being executed by DNP.

### 5.1.1 Strengthening activities in research and transfer of knowledge

It is a priority to have a store of studies as a base which matches the needs of decision-makers in the most vulnerable sectors and ecosystems. Therefore, reliable forms of support must be obtained in order to interrelate the climate variables with the base of resilience of ecosystems and productive sectors, amongst which are the most sensitive and vulnerable, a) farming, b) health, c) coastal, marine and island ecosystems, d) high mountain and paramo ecosystems, e) hydric systems, f) infrastructure, g) energy systems and h) dry ecosystems

The focus proposed in this guideline is oriented towards an improved information flow, and towards in-depth research in productive sectors, ecosystems, biodiversity and population, and research into socioeconomic indicators.

### 5.1.2 Strengthening risk management

There has been important progress in research, and in the availability of resources and increased capacity for integral risk management, although such efforts must now be re-focused to achieve the most cost-effective results, in addition to acting as a support in the protection of communities, natural capital, and infrastructure, to combat the effects of climate change. So, we propose a need to need for medium and long-term applied research, for integral risk management, considering climatic variables and the need to strengthen and deepen mechanisms of risk transfer, particularly towards the agricultural sector, considering changes in climate.

### 5.1.3 Improved use of territory as a strategy to do reduce vulnerability

Greater equilibrium must be achieved between the processes of urban development and improvement in the conditions of life of rural areas, in order to reduce the concentration of the population in the major cities, which may be strengthened by giving guarantees of conditions of lasting peace, access to social services to be made available in an alternative and innovative manner to those who live in rural areas, reinforcing the generation of jobs in rural areas designed to take account of generation and gender, strengthening the local context in its capacity for governance and management, and securing levels of use of, and access to, natural resources by the local population.

One of the means of materialising the management of natural resources is land-use regulation, which is an attempt to provide an organisation of human settlements and activities in accordance with an economic policy which matches objectives of environmental sustainability and quality of life.

In this context, a range of plans for land-use and regulation must be prepared, including climate change and its effects. The specific issues which are developed in the strategy with the inclusion of risk management and climate change planning are to be found in territory planning instruments, and a greater penetration of land-use regulatory instruments such as the River Basin Regulation and Management Plans (POMCA).

### 5.1.4 Reduction of environmental, economic and social impact.

In the context of the integration of measures to adaptation and mitigation, values must be assigned to the vulnerability of water resources at regional and local levels, in terms of availability, demand, and water shortage in various scenarios of climate change, giving priority to sectors which depend on offer, such as farming, electricity generation, public services (rural and municipal water supplies).

Colombia's energy matrix is predominantly water-powered (more than 64%), and therefore there is a dependence on the availability of water resources; research must therefore be done on the vulnerability and availability of that resource in different scenarios of climate change. This research should include an analysis of the function of regulation which is provided by forestry ecosystems in the hydrological cycle for the various supply basins which feed reservoirs, thus allowing the measures for conservation and restoration of forest cover to be validated and incorporated as a response to climate change, in order to secure energy offer.

The farming sector, in terms of the vulnerability analysis, would be one of the worst affected by conditions of climate change. It is therefore essential to strengthen and deepen the mechanisms of risk transfer for farmers, and in particular, for small producers in the poorest communities, since this is where the worst affectations will arise.

An analysis will also have to be made of the various sector development policies, in order to avoid conflicts arising between sectors in relation to environmental goods such as water; and the mining development plan should be articulated to agricultural expansion agricultural, forestry and cattle breeding expansion plans, thus avoiding a predominance of actions known as "bad" adaptation, that is, actions which instead of improving the country's resilience to climate change, tend to worsen the situation.

### 5.1.5 Improving the capacity to adapt of vulnerable communities

Policies need to be integrated into the sustainable performance of the major productive sectors in Colombia, and they in turn will be affected by climate change in respect of productive capacity. The generation of employment and the integration of marginalised groups of the population into strategies for climate change will undoubtedly be an opportunity for development in Colombia. In the context of the results of the pilot project for adaptation to climate change, there has been an emphasis on the importance of civic participation in a range of different spaces and mechanisms during the process of formulation of measures for adaptation, in order to facilitate the assimilation of targets and results. Therefore, actions are proposed in relation to a) Design of policies for production of policy considering climate change, b) Reduction of the economic effects of climate change impact, and c) Strengthening of social organisations.

### 5.1.6 Design and implementation of appropriate institutional arrangements for adaptation

Guidance will have to be provided for the development of the capacity to adapt and resilience based on better coordination of the State to face adverse situations and uncertainties arising global processes of climatic change. This activity may be pursued by strengthening social protection networks and the process of decentralisation of public administration, the development of a culture of prevention as part of the cycle of risk management, a reassessment of the values and effective dialogue in relation to the local knowledge scientific knowledge.

Actions related to the following programmes are described here for further development: a) Institutional actions and agreements for the design of instrumentation of the National Adaptation Plan, b) Design of instrumentation for national, regional and local integration mechanisms, c) Potentiation of inter- institutional synergy, d) Long-term planning, and e) inter-institutional coordination in the design and development of policies, plans, programmes and actions of productive sectors, and of the productive sectors with the environmental sector.

### 5.1.7 Placing a value on the productive base and protecting it, based on biodiversity goods and services

In addition to the need to improve technological capacity and infrastructure in areas related to the climate, and the design of an infrastructure with resilience to climate change, it is recognized that ecosystems provide vital services such as potable water, protection, habitat, food, fresh matter, genetic material, and also able to act as a barrier to disasters, a source of natural resources, and many other ecosystem services on which people depend for their survival.

To that extent, the proposal is that adaptation to climate change should consider ecosystems in the design of measures, given that the ecosystems act as a support and generate essential goods in inputs and services for productive sectors.

### 5.1.8 Strengthening of cooperation activities and resources for adaptation

Colombia's institutions, particularly environmental ones, are engaged in important efforts to finance projects related to climate change, without ignoring the significant support obtained from international co-operation. Nonetheless, due to the magnitude and complexity of the subject and its potential effects, Colombia will have to make more resources available, from local and foreign sources, in efforts to understand the phenomenon, and in particular, to design and implement measures for adaptation, particularly in non-environmental sectors.

Despite this, in order to avoid the dispersion of effort and obtain greater effectiveness in the implementation of future projects for adaptation, it must be a priority to design the National Adaptation Plan, as a guidance for external sources, and thus maintain a unity of criterion in the development and obtaining of results that will be more coherently applicable in the context of the framework for action.

## 5.2 PRINCIPAL ACTORS AND ACTIONS IN ADAPTATION

The following are the most important institutions which took part in the pilot product project for adaptation, or which lead other actions related to the issue of adaptation to climate change, in synergy with national, local or regional entities: MAVDT, MADR, DNP, Ideam, Invemar, IAvH, Parques Nacionales, Corpoica, Universidad Nacional de Colombia, Colciencias<sup>17</sup>, Cruz Roja Colombiana, CI-Colombia, WWF-Colombia, Universidad del Cauca, and others.

## 5.3 SUCCESSES OF THE PILOT PROJECTS FOR ADAPTATION IN COLOMBIA

### 5.3.1 Definition of vulnerability in the bio-geophysical and socio-economic systems due to a change in sea levels in the coastal areas of Colombia

One project which forms part of the Dutch Assistance Program for Studies on Climate Change, through MAVDT, allowed Invemar to study a project to define the vulnerability and measures of adaptation to be taken in by geophysical, socioeconomic and governance systems on the Colombian Caribbean and Pacific coasts, in the event of a possible rise in sea level.

This project was completed in July 2003: it enabled three critical areas to be identified, and an action plan drawn up taking account of the result of “high” vulnerability of Colombian coastal areas in the event of possible increases in sea level (SLR), together with the definition of priority actions to be taken in coastal zones for the period 2002-2012, 2012-2030 and 2030-2100.

The formation of a Research Centre Network is one of the most important developments in into institutional co-operation and information exchange in the area of marine sciences, and of extension on issues of climate change<sup>18</sup>. In the information system laboratory (LabsIS) of Invemar, there are some important materials for geomorphology, coverage, ecosystems, productive systems, and uses of coastal areas. A national programme of “Research for the Prevention, Mitigation and Control of Coastal Erosion in Colombia-Action Plan 2009-2019)” was generated.

In particular, also, there were items relating to development plans and to risks in coastal zones in relation to natural threats to which they are exposed, in addition to adaptation measures which have been or are being included in the land-use regulations (such as the POT of Tumaco, Cartagena and EOT of Turbo, Necocli, San Juan de Uraba and Arboletes).

## 5.4 NATIONAL PILOT PROJECT FOR ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE (INAP)

The Inap project, with general technical coordination supplied by Ideam and administrative coordination by Conservation International-Colombia, has been developing actions in four specific components, which have been the result of conclusions related to environmental and health variables which are most affected in the First National Communication (FNC).

This project, founded by GEF-World Bank, focuses its action on the generation of reliable information on climate change (Component A). It is executed by Ideam, which in turn coordinates the last component and the design and implementation of a programme for adaptation in high mountain ecosystems (Component B). The development of a programme for continental island adaptation is the responsibility of Invemar, and the development of the adaptation programme for the ocean island environments is being developed by Coralina (Component C). The health service INS seeks to diminish morbidity from malaria and dengue through the design and implementation of an integrated surveillance and control system (SIVCMD), which is a response to possible changes in the dynamics of transmission and exposure, including those induced by climate change (Component D).

The Inap project has enabled progress to be made in Colombia's capacity to produce and publicise climate information, and to prepare scenarios of climate change as a means of strengthening technical and scientific capacity. In addition, it has promoted the development of key adaptation measures required to reduce the vulnerability in the Chingaza massif, and monitoring of the glacier area in the snow-capped mountainous related to the water cycle; the reduction of negative impact in regulation of the Rio Blanco basin through the economic, ecological and participatory restoration of the landscape; the adoption of planning models for land use, incorporating the impacts of climate change on the municipalities of La Calera and Choachi, through Adaptive Living Plans, and the adaptation of productive systems to climate change through training and in local communities in agro- ecology and organic agriculture.

With regard to the progress in the programme for adaptation in the island areas of the Colombian Caribbean, certain measures have been defined, such as the establishment of the global ocean observation system (GOOS) in the western Caribbean, with the installation of monitoring stations, and the setting up of a data management centre (DMC). In addition, integral water management systems have been constructed, with a system for monitoring coastal erosion, and a preliminary document on the population policy for the Archipelago of San Andres and Providencia, with the participation of local communities.

<sup>18</sup> Members of the network will include Universidad del Valle, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Universidad Nacional de Colombia, DIMAR and INVEMAR.

With regard to the Component D, an analysis of dengue and malaria is being made in certain municipalities, using statistical models, to make a proposal for adaptation measures which will avoid the reproduction of the dengue vector, both in terms of its biology, and of its impact on certain human activities.

## 5.5 JOINT PROGRAMME: INTEGRATION OF ECOSYSTEMS AND ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE IN THE COLOMBIAN MASSIF

The joint programme starts with a joint analysis of the country made by the United Nations System, and the priorities defined by the Colombian government in its 2006-2010 National Development Plan. The partners in the programme are DNP, MAVDT, Ideam, CRC (Cauca Development Corporation), the municipalities of Puracé and Popayán, the indigenous assemblies of Kokonuko and local peasant farmers association, Asocampo.

The pilot area for the programme is the basin of the Upper Cauca, in the municipalities of Puracé and Popayán, with a population of some 11, 219, between the indigenous reservations of Puracé, Kokonuko, Paletará, and Quintana and the peasant community association Asocampo and Asproquintana, and peasant sectors of Poblazón and Paletará.

As a result of the analysis of vulnerability of the pilot area of the programme, and the MDO baseline for the municipalities of Puracé and Popayán, three major work fronts were defined as a guide for the application plan, and these have been developed to produce the measures of adaptation proposed in conjunction with the community 1) Water security 2) Food security and 3) Capacity building.

On the issue of water security, the proposal is made for a participatory construction of pilot models (in houses and schools), with appropriate technology for storage, handling and treatment of water, with priority attention to women. The capacity- building work is to be done by government with respect to water, provided by local authorities and District Boards. Priority is to be given to areas with a capacity for water regulation; stands of trees, and dense natural woodland. Design and implementation of actions to store resources for collective and family use, and the regulation of watercourses, based on the impact of drought and surplus water. Generate appropriation by the community of new health practices to manage climate change risks in health. Enhance local capacity of for meteorological monitoring. Implementation of early warning systems and local plans for community emergencies.- Definition of unsafe areas affected by recurrent natural threats

In the area of food security, the proposal is intended to identify and develop alternatives for production and generation of sustainable income. Actions to improve the food production and plans to improve nutrition levels with priorities for women heads of household. Handling of agricultural chemicals in the home and at school (storage). The location of priorities for the incidence of the municipal food security plan, and the incorporation of risk management into the land-use regulations. Generation of added value with productive links (barter). Improved structure of revolving funds with training for best practices (capitalisation). Initiation of reconversion processes in land use, with the regulation and planning of agricultural production to enable areas to be released for conservation and water, the establishment of seed banks and temporary nurseries for the climatic adaptation of propagation material for plants. Productive arrangements of agricultural systems based on "best practices", and the enrichment of biodiversity in terms of more flexible or adaptable germplasm between one bioclimatic level and another. Materialisation of a process of regulation based on the consolidation of sustainable production, the definition areas for ecological restoration focused on water regulation.

The strategy for capacity-building is transverse to all the foregoing, and comprises educational proposals for generation change and preparation for climate change, the empowerment of the young as agents of positive action and change. Incorporation of differentiated strategies with a focus on gender and ethno-cultural aspects in the implementation of adaptation to climate change, in order to facilitate the achievement of MDO. Analysis of the participation of women in decision-making, and design and promotion of actions. Capacity building in regional and municipal environmental and traditional influences, with an emphasis on risk prevention and territorial planning (includes promotion of awareness of climatic change, organisation-building, technical training for adaptation, community education with an emphasis on formal education instruments, and regulatory development).

## 6 PUBLIC EDUCATION, FORMATION AND SENSITISATION

In this chapter, we draw attention to the actions taken in Colombia with regard to Article 6, principally actions taken between 2007 and 2009. There are proposals for an action in strategic lines to extend knowledge regarding issues of climate change in Colombia. The focus approaches the action lines established in the New Delhi working programme, with regard to Article 6: 1) Promotion of public participation, 2) Access to information, 3) Creation of awareness, 4) Training, 5) education and 6) International co-operation (UNFCCC, 2002).



With regard to the promotion of participation, the situation is that in recent years there has been increased participation by the public in issues of climate change in Colombia, as a result of initiatives led by the Government, civil society, the academic sector, the industry associations, the media, and communities. NGOs have undertaken actions to promote activities and results regarding public awareness and participation. Similarly, there has been important participation by children and the young through formal, non-formal and informal educational activity.

The media - radio, press, TV and Internet portals - have also played an important part in providing access to information, as being the most important mass source of public information on matters of climate change. One of the Government's efforts in this area has been the webpage [www.cambioclimatico.gov.co](http://www.cambioclimatico.gov.co), which draws attention to general, legal, technical and scientific aspects of climate change. Also, on the webpages of MAVDT ([www.minambiente.gov.co](http://www.minambiente.gov.co)), the Ideam page ([www.ideam.gov.co](http://www.ideam.gov.co)), and the national environmental information system ([www.siac.gov.co](http://www.siac.gov.co)), provide access to information on the subject.

Among the activities undertaken to enhance awareness of climate change there have been campaigns, events, awareness sessions, and the production of publicity materials, academic events at the academic, scientific and research events, and others. One proposal which should be implemented in centres of higher and intermediate education is related to the creation of extra-curricular courses of analysis of knowledge related to climate change.

Colombia, with the support of a number of local and international organisations, has promoted the holding of courses, seminars and encounters for the exchange of experiences. Among the international events held between 2008 and 2009, there has been a course on the generation of scenarios of regional climate change; the Ibero-American Seminar on Scenarios of Climate Change; the workshop for evaluation of adaptation measures for climate change in Ibero-America; the V Annual Encounter of the Ibero-American Network of Climate Change Offices and the International Encounter for Working Group Researchers on Andean and Caribbean Snow and Ice .

Colombia has made significant progress in the processes of environmental education, both in formal and in non-formal areas, through the nine strategies of the national environmental education policy (MMA and Ministry of Education, 2002). These advances are the result of inter-institutional and inter-sectorial work on this subject, but no detailed statistics are available at present.

Some of the actions undertaken include the national website on climatic change ([www.cambioclimatico.gov.co](http://www.cambioclimatico.gov.co)) , the national campaign bank led by WWF with MAVDT support, the Bayer Youth Environmental Encounter competition, on the issue of climate change, the production of the first video of adaptation to climate change, launched in the context of the 13th conference of the UNFCCC members in Bali, Indonesia in 2007, and in the International Environmental Fair (IEF).

## **6.1 GENERAL ASPECTS OF THE EDUCATION STRATEGY**

The principal objective of the strategy is to set guidelines which will contribute to the creation of capacities at local, regional and national level on issues of climate change through the implementation, follow-up, accompaniment and evaluation of measures to promote access to information, encourage public awareness, training, education, research and participation.

Further, the strategic lines to implement this strategy are 1) participation, 2) access to information, 3) public awareness, 4) training, 5) education, and 6) research. These will be the lines around which the actions of the various institutions at local, regional and national levels will be constructed.

Finally, the follow-up and evaluation of the strategy will be developed jointly among the entities responsible for promoting it, Ideam and MAVDT. Taking account of the fact that the New Delhi work programme will be reviewed at world level in 2010 and 2012, Colombia will make two preparatory views in those years, and will publish its results.

## **7 CHALLENGES, LACKS AND NEEDS**

### **7.1 Challenges in coordination**

There is no doubt that one of the major challenges in the face of climate change is the improvement of inter-institutional coordination. This coordination should allow the negative impact of climate change to be reduced through a) Increased resilience on the part of communities, which should start with work and agreement with communities, b) Strengthening of entities responsible for supporting and guiding measures for adaptation, c) Progress in regional and local models, enabling simulations to be set up, along with the determination of scenarios which will lead to an evaluation of individual and aggregate risk by sectors, depending on environmental and goods and

services threatened, d) Individual capacity in the peasant farming economy, differentiating crops and associations which will give the greatest food security, e) Increased capacity to soften the effect of extreme events, and f) strengthening of the creation of regional applied research groups, to optimise synergy between countries with similar challenges, and to achieve greater efficiency in the integration of strengths and experiences of more advanced countries in terms of research processes, and the application and evaluation of results.

## 7.2 NATIONAL ADAPTATION PLAN FOR CLIMATE CHANGE

While Colombia has taken the initiative in the implementation of the projects explained in the chapter on adaptation, there is a priority to generate a national structure with participation of a range of entities and individuals in the other organisations involved, in which the priority lines of action will be:

management of surface water and groundwater, as a transverse element integrating various sectors - energy, farming, industry, etc.

Design and implementation of measures for adaptation, based on prior evaluations of vulnerability, in such a way as to involve the goods and services provided by ecosystems, the optimisation of land-use regulation, and socio-economic variables and technical conditions to establish the capacity of adaptation to climate change.

Evaluation of risks associated with extreme events, mainly related to hydrometeorological variables.

Allocation of a vulnerability value, based on the SCN methodology, to permit the mutual relations and discussions between sectors, ecosystems and interest groups.

### 7.2.1 Institutional arrangements and guidelines for national plans for adaptation/mitigation

One opportunity to achieve more cost-effective investments of resources must be based on the National Adaptation Plan, supported by open and expeditious participation acting for the interests of the most vulnerable groups or communities. Therefore, it will be important for Colombia to construct a national adaptation programme, not for the purpose of aggregating interests, but as an option for a real increase in timely and practical support of existing capacity between different institutions.

The Adaptation Plan should also concentrate on national, regional and local planning, in order to integrate them, and to use indicators for sustainable development, to integrate clear signals of evolution and organisational capacity, technology, and knowledge and skills in institutions. A structure will be required for the formulation and implementation of this national adaptation and mitigation plan, to enable coordination of all capacities wills and regulatory support required to deal with I the challenges mentioned.

It is important to include depreciation -i.e. the consumption of natural capital, in order to achieve sustainable economic welfare, in which there is no downward path from one generation to the next, and indeed, there may even be an improvement. In other words, strategic wealth must be maintained (biodiversity), as a basis of productive value for an economy composed of capital of human origin, natural capital, knowledge, institutions and capacities.

With these purposes in mind, adjustments must be worked out for development, such that the measures for increased resilience among communities and in their means of sustenance, with the construction of territorial security based on the most lasting assets and capital. The strategy, aside from being necessary, should also be seen as a starting point for facing climate change in Colombia, since it contributes to the struggle against poverty, and to the achievement of the MDOs.

The analysis of the effects of climate change should have a broader scope and coverage and a longer term for ecosystems such as the high Andean systems, and the arid and a semi-arid zones, wetlands, swamps, estuaries, inter-Andean valleys, and the effects on fisheries, subsistence crops, the Pacific and Amazon jungles, etc.

## 7.3 TECHNICAL AND FINANCIAL NEEDS

### 7.3.1 Technical needs

#### Information management

With regard to the generation of sufficient reliable information for future GHG inventories, actions must be taken such as the strengthening and adjustment of instruments for the capture of detailed sector information. This action should permit a more accurate and precise calculation of the GHG inventory.

The results obtained in the GHG emission inventory for Colombia make it clear that there is a need to generate more detailed and more specific sector information, in order to promote the construction of local emission factors. This entails interinstitutional commitments in the generation and supply of detailed information on the scales required<sup>19</sup>, because even if the participation of sector entities with functions and knowledge of the subject<sup>19</sup> were available, there must be support and linkage for the delivery of information.

With regard to the analysis of vulnerability, is a priority to have groundwork in studies which meet the needs of decision-makers in the most vulnerable sectors. Therefore, there must be reliable support to allow an inter-relationship between the climatic variables, worked out on the basis of sustainability of ecosystems and productive sectors, amongst which the most vulnerable and fragile are a) farming, b) health, c) marine and coastal areas, d) hydric systems, e) vital infrastructure, amongst others, as a result of extreme climatic events.

Further, it would be appropriate to take account of the direction of environmental effort in terms of instruments, supported by the management of uncertainty in decision making.

### **Participatory research and applied research in the most vulnerable sectors**

Taking account of potential effects on productive processes of the measures for mitigation of GHG emissions, work will have to be done on projects which will allow calculation of potential economic impact on a range of sectors caused by possible scenarios or projects for mitigation.

The investigation related to future climate scenarios should continue to make progress and consolidate in Colombia. This is one of the most important and complex requirements today, since, due to the need to have a number of scenarios and timescales for different geographical contexts, so that analyses can be made with less uncertainty about future threats which Colombia will face. Ideam needs to be strengthened for this effort, since it is the national entity responsible for approving and structuring all information and models in research centres, universities, and projects to construct a reliable database to allow decision-makers in all sectors to make a correct analysis of the future situation of the climate.

Innovative mechanisms are needed to share risks and face new challenges proposed by the proposals for the adverse effects of climate change, including the loss of biodiversity and the degradation of land. All of this must be evaluated in order to create a subsidy due to the initial burdens imposed by the risks of climate change, to be paid by those responsible for new margins all bands derived from man-made stresses external to Colombia.

From the point of view of research into biodiversity, it is of great importance and urgency to introduce criteria of economic self sustainability into most research.

### **Technical cooperation**

Efforts must be joined to strengthen the ties between diagnosis and orientation at national level, together with the regional capacity to act. In the same line, local cartographic information is required in relation to the impact of climate change, and national orientation is needed amongst other things for 1) Municipalities to be able to adjust their land-use regulations and to prepare the local and regional committees for disaster prevention and attention, 2) The regional development corporations to issue territorial regulations, in managing basins and in access to, and use of, environmental goods and services, 3) The nature parks must modify their regulations and take measures for adaptation which will be favourable to biodiversity and the functionality of ecosystems, in accordance with environmental goods and services provided; and 4) For productive sectors and communities to be able to prepare themselves, and to set a direction for them to adapt their activities..

### **7.3.2 Financial needs**

Once agreement has been reached at senior levels of government, it will be appropriate for the generation, analysis and publicising of information, to be open and expeditions, as managed through Ideam. The various environmental organisations, productive sectors, research centres, and other ministries are oriented towards the same purposes, in order to progress in adaptation. All this will be possible if the necessary financial and technical resources are available to secure the objectives of the plan for adaptation to climatic change.

<sup>19</sup> The formation of technical groups, the exchange of information with sector organisations and the holding of workshops to obtain consensus on some technical matters have led to improved quality and greater volumes of information in comparison to the situation at the time of the first national inventory, because the participation of industry associations and government agencies has been decisive in providing information and defining technical concepts.

## 7.4 Other needs

Given the complexity of the ecosystems, and economic and cultural considerations, in addition to the extent and risk of those involved, it will be necessary to design and implement a number of projects, in coordination with the those affected. The projects to be implemented will require knowledge of investment and social and technical processes which are beyond the capacity of most institutions and technical situations existing today in Colombia.

Account should be taken of the fact that project should be focused on long-term sustainable objectives in adaptation, starting from initial results, with adjustments during the process and will have room, determined as a functional model which reduced the margins of uncertainty.

## SIGLAS, ACRÓNIMOS Y CONVENCIONES

ACCEFYN	Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales	CIU	Clasificación Internacional Industrial Uniforme
ACCI	Agencia Colombiana de Cooperación Internacional	CIURE	Comisión Intersectorial para el Uso Racional y Eficiente de la Energía y Fuentes no Convencionales de Energía
Acolgen	Asociación Colombiana de Generadores de Energía Eléctrica	CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (sigla en inglés: UNFCCC)
ACPM	Aceite Combustible para Motores	CN	Comunicación Nacional
ANDI	Asociación Nacional de Industriales	CO	Monóxido de carbono
Asocaña	Asociación de Cultivadores de Caña de Colombia	CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
Asocars	Asociación Colombiana de Corporaciones Autónomas Regionales	CO <sub>2</sub> eq	Dióxido de carbono en unidades equivalentes
BEN	Balance Energético Nacional	Conpes	Consejo Nacional de Política Económica y Social
BID	Banco Interamericano de Desarrollo	COP	Conferencia de las partes de la CMNUCC (por sus siglas en inglés)
BPA	Buenas Prácticas Agrícolas	Cormacarena	Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial “La Macarena”
CAF	Corporación Andina de Fomento	Corpocesar	Corporación Autónoma Regional del Cesar
CAIT	Herramienta de Análisis de Indicadores de Clima (siglas en inglés)	Corpoguajira	Corporación Autónoma Regional de La Guajira
CAR	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (Autoridad Ambiental Regional)	Corpoica	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
Carder	Corporación Autónoma Regional de Risaralda	Corpamag	Corporación Autónoma Regional del Magdalena
Cardique	Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique	Corporinoquia	Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia
Carsucre	Corporación Autónoma Regional de Sucre	COVDM	Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes del Metano
CCI	Corporación Colombiana Internacional	CRC	Corporación Autónoma Regional del Cauca
CCO	Comisión Colombiana del Océano	Cred	Centro de investigación sobre la epidemiología de los desastres (sigla en inglés)
CDI	Curvas de Diferencias Integrales	CREG	Comisión de Regulación de Energía y Gas
CDB	Convención de Diversidad Biológica	Crepid	Comité regional de prevención y atención de desastres
Cenicafé	Centro Nacional de Investigaciones de Café	CTIMCC	Comité Técnico Intersectorial de Mitigación del Cambio Climático
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe		
CER	Certificados de Reducción de Emisiones		
CH <sub>4</sub>	Metano		
CI	Conservación Internacional		
CIE	Cuarto Informe de Evaluación		
CIF	Certificado de Incentivo Forestal		

Dagma	Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente	IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
Dane	Departamento Administrativo Nacional de Estadística	IIAP	Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico
Dian	Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales	INAP	Proyecto Nacional Piloto de Adaptación
Dimar	Dirección General Marítima	INGEI	Inventario de Gases de Efecto Invernadero
DNP	Departamento Nacional de Planeación	Invemar	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras
DPAD	Dirección de Prevención y Atención de Desastres	Ingeominas	Instituto Colombiano de Geología y Minería
DPAE	Dirección de Prevención y Atención de Emergencias	INS	Instituto Nacional de Salud
EAAB	Empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá (Serv. Pub.)	IOS	Índice de la Oscilación del Sur
Ecopetrol S.A	Empresa Colombiana de Petróleos S.A	IPCC	Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
ENA	Encuesta Nacional Agropecuaria	IPSE	Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas
ENSO	El Niño-Oscilación del Sur	IVA	Impuesto al Valor Agregado
EPM	Empresas Públicas de Medellín	kha	Kilohectárea = 1.000 toneladas
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (siglas en inglés: UN Food and Agricultural Organization)	kha/año	Kilohectárea por año
FDP	Función de Distribución de Probabilidad	km	Kilómetro
Fedearroz	Federación nacional de arroceros de Colombia	km <sup>2</sup>	Kilómetro cuadrado
Fedecafé	Federación Nacional de cafeteros	km <sup>3</sup>	Kilómetro cúbico
Fedegan	Federación Colombiana de Ganaderos	km/h	Kilómetro por hora
Fedepalma	Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite	km <sup>3</sup> /año	Kilómetro cúbico por año
Fedepapa	Federación Colombiana de Productores de Papa	kPa	Kilopascales
Fenalco	Federación Nacional de Comerciantes	l/s/m <sup>2</sup>	Litro por segundo por metro cuadrado
FNCE	Fuentes No convencionales de Energía	l/s/km <sup>2</sup>	Litro por segundo por kilómetro cuadrado
FOMIN	Fondo Multilateral de Inversiones	LFC	Lámparas Fluorescentes Compactas
Fonade	Fondo financiero de proyectos de desarrollo	MADR	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
GEI	Gases de Efecto Invernadero	MAVDT	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Gg	Gigagramo = 10 <sup>9</sup> gramos = 1.000 toneladas	MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
Gg/año	Gigagramo por año	MEN	Ministerio de Educación Nacional
GLP	Gas Licuado de Petróleo	mm	Milímetro
GMCC	Grupo de Mitigación de Cambio Climático	mm/año	Milímetro por año
GNV	Gas Natural Vehicular	m <sup>3</sup> /año	Metro cúbico por año
GTZ	Agencia de cooperación técnica alemana	MME	Ministerio de Minas y Energía
Gt	Gigatoneladas	mph	Milla por hora
ha	Hectárea	MRE	Ministerio de Relaciones Exteriores
ha/año	Hectárea por año	msnm	Metros sobre el nivel del mar
HFC's	Hidrofluorocarbonos	Mt	Megatonelada
IAvH	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt	MT	Ministerio de Transporte
Ideam	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	MW	Megawatio
		NHC	National Hurricane Center
		N <sub>2</sub> O	Óxido nitroso
		NOx	Óxidos de nitrógeno
		NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
		ODM	Objetivos de Desarrollo del Milenio
		OIT	Organización Internacional del Trabajo
		OMJ	Ondas Madden-Julian
		OMM	Organización Meteorológica Mundial

OMS	Organización Mundial de la Salud	SINCHI	Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas
ONI	Índice Oceánico de El Niño	SITM	Sistema Integrado de Transporte Masivo
ONG	Organización No Gubernamental	SNIES	Sistema Nacional de Información de Educación Superior
OPS	Organización Panamericana de la Salud	SNPAD	Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres
OSSO	Observatorio sismológico y geofísico del suroccidente de Colombia	SNU	Sistemas de las Naciones Unidas
PC	Programa Conjunto	SO <sub>2</sub>	Dióxido de azufre
PCF	Fondo Prototipo de Carbono	SO <sub>x</sub>	Óxidos de azufre
PCG	Potencial de Calentamiento Global	SSP	Sistemas Silvopastoriles
PCN	Primera Comunicación Nacional	SSPD	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios
PEASA	Plan Estratégico Ambiental del Sector Agropecuario	t	Tonelada
PEGC	Plan Estratégico de la Ganadería Colombia	t/año	Tonelada por año
PEN	Plan Energético Nacional	t/ha/año	Tonelada por hectárea por año
PFC's	Perfluorocarbonos	Tcal	Teracalorías
PGIRS	Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos	Tg	Teragramo = 10 <sup>12</sup> gramos
PIB	Producto Interno Bruto	TSM	Temperatura Superficial del Mar
PK	Protocolo de Kyoto	UAE-SPNN	Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales
PND	Plan Nacional de Desarrollo	UNALI	Universidad Nacional de Colombia
PNN AFIW	Parque Nacional Natural Alto Fragua Indiwasi	UNEP	Naciones Unidas para el Medio Ambiente (siglas en inglés)
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo	Unesco	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (siglas en inglés)
POT	Planes de Ordenamiento Territorial	Unicef	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
Ppmv	Partes por millón en volumen	URE	Uso Racional de la Energía
PPP	Paridad del Poder Adquisitivo (siglas en inglés)	USCUSS	Uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura
PRAES	Proyectos Ambientales Escolares	USD	Dólar de los Estados Unidos (siglas en inglés)
PROURE	Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía	UPME	Unidad de Planeación Minero Energética del Ministerio de Minas y Energía
SAO	Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono	VAI	Valor Agregado Industrial
SAC	Sociedad de agricultores de Colombia	VIS	Variabilidad Intraestacional
SCN	Segunda Comunicación Nacional	WGMS	Servicio Mundial de Monitoreo de Glaciares (siglas en inglés)
SDA	Secretaría Distrital de Ambiente	WRI	Instituto de los Recursos Mundiales (siglas en inglés)
SDAS	Subdirección de Desarrollo Ambiental Sostenible	WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza (sigla en inglés)
SF <sub>6</sub>	Hexafluoruro de azufre	ZCIT	Zona de Confluencia Intertropical
SGIE	Sistemas de Gestión Integral de la Energía	ZNI	Zonas no Interconectadas
SIGOB	Sistema de Gestión y Seguimiento a las Metas del Gobierno		
SIN	Sistema Interconectado Nacional		
SINA	Sistema Nacional Ambiental		
SINAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas		

