



---

# LINEAMIENTOS DE POLÍTICA DE CAMBIO CLIMÁTICO

---

## RESUMEN EJECUTIVO

BOGOTÁ D.C., JUNIO 16 2002

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INFORME DE AVANCE EN LA FORMULACIÓN DE LOS LINEAMIENTOS DE POLÍTICA DE CAMBIO CLIMÁTICO.....</b>	<b>1</b>
<b>1. ANTECEDENTES.....</b>	<b>1</b>
1.1. EL FENÓMENO DEL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL .....	1
1.1.1. <i>El Efecto Invernadero</i> .....	1
1.1.2. <i>El reforzamiento del efecto invernadero</i> .....	1
1.1.3. <i>El cambio climático global</i> .....	1
1.2. CONVENCIÓN MARCO DE NACIONES UNIDAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (CMCC).....	3
1.2.1. <i>Objetivos y Compromisos</i> .....	3
1.2.2. <i>Aspectos Institucionales</i> .....	4
1.2.3. <i>Protocolo de Kioto</i> .....	6
<b>2. DIAGNÓSTICO .....</b>	<b>9</b>
2.1. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA .....	9
2.1.1. <i>Vulnerabilidad de Colombia frente al Cambio Climático Global</i> .....	9
2.1.2. <i>Medidas de respuesta</i> .....	15
2.2. IMPLICACIONES DE LA CONVENCIÓN MARCO DE NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL PROTOCOLO DE KIOTO PARA COLOMBIA.....	17
2.2.1. <i>Implicaciones de los compromisos adquiridos bajo la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático y el Protocolo de Kioto</i> .....	18
2.2.2. <i>Efectos de las medidas del Protocolo de Kioto sobre las exportaciones de combustibles fósiles</i> .....	26
2.2.3. <i>Oportunidades para el país en virtud de las disposiciones de la Convención y del Protocolo de Kyoto</i> .....	29
<b>3. OBJETIVO DE POLÍTICA .....</b>	<b>30</b>
<b>4. ESTRATEGIAS.....</b>	<b>30</b>
<b>5. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>33</b>
<b>6. ANEXOS .....</b>	<b>35</b>

## INDICE DE TABLAS Y GRAFICAS

Tabla 1. Compromisos Establecidos en el Artículo 4.1 de la Convención.....	18
Tabla 2. Normas con incidencia sobre las emisiones de GEI .....	21
Tabla 3. Políticas y Medidas Sectoriales sobre las Emisiones de GEI .....	25
Tabla 4. Estrategias .....	30
Tabla 5. Amenazas por inundación marina en el litoral.....	36
Tabla 6. Grado de vulnerabilidad y área de exposición de los elementos naturales...	36
Tabla 7. Distribución de la población expuesta a la amenaza por inundación en el litoral Caribe .....	36
Tabla 8. Distribución de la población expuesta a la amenaza por inundación en el litoral Pacífico .....	37
Tabla 9. Estimación de las Emisiones de GEI y otros gases – 1990 - 94 (Gg.).....	37
Gráfica 1. Organos de la Convención Marco de Cambio Climático.....	35
Gráfica 2. Desarrollos de la Conferencia de las Partes 1995 - 2001 .....	35

# **INFORME DE AVANCE EN LA FORMULACIÓN DE LOS LINEAMIENTOS DE POLÍTICA DE CAMBIO CLIMÁTICO**

## **1. Antecedentes**

---

### **1.1. El fenómeno del cambio climático global**

#### **1.1.1. El Efecto Invernadero**

Las moléculas de los Gases de Efecto Invernadero que existen naturalmente en la atmósfera (Dióxido de Carbono, Metano y Oxido Nitroso) tienen la capacidad de absorber y reemitir las radiaciones de onda larga<sup>1</sup> que provienen del sol así como las radiaciones que refleja la superficie de la Tierra hacia el espacio, controlando de esta manera el flujo de energía natural a través del sistema climático. Lo anterior genera un efecto invernadero, es decir un calentamiento adecuado de la superficie terrestre y de la parte baja de la atmósfera, haciendo por lo tanto posible la vida en la tierra.

#### **1.1.2. El reforzamiento del efecto invernadero**

El intercambio energético entre la atmósfera y la superficie terrestre puede verse alterado por cambios en la concentración de Gases de Efecto Invernadero (en adelante GEI) en la atmósfera, lo cual genera un aumento de la radiación infrarroja que es reflejada hacia las capas inferiores de la atmósfera (tropósfera). Esta alteración recibe el nombre de *Efecto Invernadero Inducido (Reforzamiento del efecto invernadero natural)*. Esta alteración produce un incremento en la temperatura media del aire que genera un calentamiento global, el cual a su vez produce el fenómeno de cambio climático global.

#### **1.1.3. El cambio climático global**

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por su sigla en inglés), genera periódicamente informes con la información científica actualizada sobre el cambio climático. El último informe es el Tercer Reporte de Evaluación presentado en 2001, en el cual se señala de manera inequívoca que el mundo se está calentado y el clima está cambiando.

---

<sup>1</sup> Esta es la radiación infrarroja, la cual es eminentemente térmica

El promedio global de la temperatura de la superficie de la Tierra ha aumentado en 0.6 °C y globalmente la década de 1990 fue la más caliente desde 1861. Así mismo, los patrones de precipitación han cambiado, con más lluvia en las latitudes medias y altas, y menos lluvia en los sub-trópicos; la cobertura de nieves y hielo ha disminuido en casi todo el mundo y el nivel del mar ha subido entre 10 y 20 cm (IPCC, 2001).

Existen evidencias de que las actividades antrópicas son las principales responsables de los incrementos en la concentración de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera, particularmente en lo que respecta el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). El IPCC sostiene que la concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> se ha incrementado aproximadamente en un 31% entre 1750 y 1999. Tres cuartas partes del CO<sub>2</sub> provienen de la combustión de carbón, petróleo y sus derivados y gas natural, usados en la generación de energía y calor en los diferentes sectores productivos. La otra cuarta parte de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> provienen de los procesos industriales (producción de cemento, hierro y acero), la silvicultura y los cambios en el uso de la tierra, particularmente deforestación (PNUMA, 1997).

El sector transporte es la principal fuente emisora de CO<sub>2</sub>, aportando aproximadamente el 30% de las emisiones. Regiones como Norteamérica, Asia y Europa, aportan aproximadamente el 90% de las emisiones de CO<sub>2</sub> a nivel mundial. Norteamérica, Rusia y algunos países de Europa presentan cifras superiores a las 12 toneladas de CO<sub>2</sub> per cápita al año, muy superiores al promedio en Latinoamérica que es de aproximadamente 1,9 toneladas per cápita al año. En el caso del metano el incremento ha sido alrededor del 150% desde los inicios de la era industrial y casi más de la mitad es producto de actividades antropogenias.

El IPCC estima que, en la ausencia de medidas de reducción de emisiones, las concentraciones de CO<sub>2</sub> podrían aumentar entre 90-250% por encima de los niveles pre-industriales, para el final del año 2100: es decir 26 billones de toneladas de CO<sub>2</sub>, nivel sin precedentes históricos en los últimos 50 millones de años. Con base en estas proyecciones el IPCC estima para el 2100 un aumento en el promedio global de la temperatura de la superficie de la Tierra entre 1.4 – 5.8°C; un calentamiento de las áreas terrestres más rápido que el promedio global; un aumento en la precipitación global, con más lluvias y mayores variaciones anuales en algunas regiones y menores en otras y un aumento proyectado en el nivel del mar de 9-88 cm (IPCC, 2001).

En este contexto, la mayor parte de los sistemas naturales así como muchos sistemas humanos sensibles al factor clima y al incremento del nivel del mar, podrían verse considerablemente alterados debido a que no se adaptarían rápidamente al ritmo de cambio de este factor ambiental. Dentro de los impactos del cambio climático global, el IPCC prevé: daños irreversibles a ecosistemas y alto riesgo de extinción de especies animales y vegetales; incremento de la presión sobre el recurso hídrico en zonas áridas y semi-áridas; alteraciones en la producción de cultivos (en los trópicos y sub-trópicos se espera que la producción disminuya); efectos negativos sobre la salud humana (riesgo de expansión geográfica de malaria y dengue); aumento en los

riesgos por inundaciones y deslizamientos en zonas de asentamientos humanos. El reporte del IPCC señala además que los países en desarrollo serán los más golpeados por estos impactos y su escasa capacidad para adaptarse a éstos los hace ser los más vulnerables a los efectos negativos del cambio climático global (IPCC, 2001).

El cambio climático es por lo tanto una de las amenazas más serias que atentan contra el bienestar y la salud humana, contra la economía y muchos de los ecosistemas naturales y, finalmente, contra el desarrollo humano sostenible

## **1.2. Convención Marco de Naciones Unidas Sobre Cambio Climático (CMCC)**

Uno de los resultados más importantes de la Cumbre sobre Medio Ambiente y Desarrollo de 1992 fue la aprobación de tres tratados internacionales jurídicamente vinculantes, entre los cuales se encuentra la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (en adelante CMNUCC). Hasta el momento, cerca de 186 Estados hacen parte de la CMNUCC. Lo anterior hace que la CMNUCC sea uno de los acuerdos sobre desarrollo sostenible con mayor respaldo político a nivel global.

### **1.2.1. Objetivos y Compromisos**

El objetivo de la CMNUCC es estabilizar las concentraciones de gases efecto invernadero en la atmósfera, a un nivel que impida efectos peligrosos en el sistema climático. Este nivel debería lograrse en un plazo suficiente para:

- Permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático
- Asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada
- Permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible

En la CMNUCC se reconoce que las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero - GEI- de los países desarrollados han tenido una mayor incidencia en el cambio climático mundial que las de los países en desarrollo. Por lo tanto, los países desarrollados o con economías en transición del Anexo I de la CMNUCC, en reconocimiento a su mayor grado de responsabilidad histórica y actual frente a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero a la atmósfera, han sido los llamados a liderar las acciones para contrarrestar el fenómeno de cambio climático. Su compromiso implica, entre otros, el diseño de una política nacional de reducción o limitación de emisiones de GEI, la implementación de medidas de mitigación al cambio climático que consideren la disminución de estas emisiones y, el mejoramiento de la calidad de sus sumideros. Esta primera aproximación procura lograr los niveles de emisiones de GEI que se tenían en el año 1990.

Los países en desarrollo como Colombia, que hacen parte de la CMNUCC pero no están incluidos en su Anexo I, no cuentan aún con una meta concreta y obligatoria de

reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero y se les permite incluso un aumento de emisiones, en razón a que se les reconoce su derecho a avanzar en la realización de su modelo de desarrollo económico y social.

Teniendo en cuenta lo anterior, la CMNUCC determinó que el desarrollo de su objetivo debía hacerse teniendo en cuenta una serie de principios:

- *Principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas* en virtud del cual los países Partes de la CMNUCC deben proteger el sistema climático de conformidad con su responsabilidad histórica frente al problema del cambio climático. En este sentido los países desarrollados agrupados en el Anexo I de la CMNUCC, deben tomar la iniciativa en combatir el cambio climático.
- *Principio de precaución* según el cual la falta de certeza científica absoluta no debe ser razón para posponer medidas para prevenir el cambio climático y mitigar sus efectos.
- Todos los países Partes tienen derecho al *desarrollo sostenible*. Por lo tanto las medidas para mitigar el cambio climático deben ser apropiadas para las condiciones particulares de cada país.

Todos los países que han ratificado la CMNUCC (las Partes de la CMNUCC) acordaron, teniendo en cuenta sus responsabilidades comunes pero diferenciadas, desarrollar una serie de acciones y medidas nacionales para mitigar las emisiones de GEI, las cuales incluyen: tener en cuenta las consideraciones relativas al cambio climático en el desarrollo de sus políticas ambientales, sociales y económicas; cooperar en la transferencia de tecnología, para reducir emisiones; promover la educación y sensibilización del público sobre el cambio climático, y desarrollar y actualizar periódicamente un inventario nacional de emisiones por fuentes y absorción por sumideros de GEI.

Adicionalmente la CMNUCC establece que las políticas y medidas que se desarrollen para cumplir con los compromisos se pueden aplicar conjuntamente con otros países Partes. Este mecanismo se conoce como *Implementación Conjunta* y su funcionamiento lo desarrolla en detalle las decisiones adoptadas por la Conferencia de las Partes

## **1.2.2. Aspectos Institucionales**

Con el fin de desarrollar y cumplir con los objetivos y compromisos adoptados en la Convención, se establecieron una serie de órganos con mandatos específicos, ver Gráfico 1.

### **1.2.2.1. Conferencia de las Partes**

La Conferencia de las Partes (COP por su sigla en inglés) es la más alta autoridad decisoria dentro del régimen de cambio climático. La COP congrega a todos los

países que han ratificado la Convención. Se reúne periódicamente para cumplir su función de promover y revisar, entre otros, la implementación de la Convención y puede adoptar compromisos adicionales a la Convención a través de enmiendas y protocolos.

#### **1.2.2.2. Órganos Subsidiarios**

El Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico (SBSTA por su sigla en inglés), proporciona información sobre aspectos científicos, tecnológicos y metodológicos relacionados con la Convención. Es el vínculo entre el Panel Intergubernamental de Cambio Climático –que proporciona información científica- y la COP –que toma decisiones políticas con base en ésta información.

El Órgano Subsidiario para la Implementación (SBI por su sigla en inglés), apoya la evaluación y revisión de la implementación de la Convención. También revisa las Comunicaciones Nacionales y los Inventarios de Emisiones presentados por los países Partes, y orienta a la COP en temas financieros y administrativos.

#### **1.2.2.3. Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático**

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC por su sigla en inglés) sin ser parte de la Convención, provee información científica esencial para el proceso. Fue creado en 1988 con el fin de reunir a los mejores científicos del mundo, para realizar una rigurosa revisión de la más reciente literatura sobre cambio climático. El IPCC es conocido por sus Reportes de Evaluación que publica periódicamente. Desde su creación a publicado tres reportes, el primero en 1990, el segundo en 1995, y el tercero en el 2001. En estos reportes son ampliamente reconocidos como la fuente más confiable de información sobre cambio climático.

#### **1.2.2.4. Entes observadores**

A las sesiones de la COP y de los Órganos Subsidiarios asisten diversas organizaciones en calidad de observadores. Dentro de éstas se encuentran representantes de órganos y agencias de Naciones Unidas, como el Programa para Medio Ambiente (PNUMA), la Conferencia sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), la Organización Mundial Meteorológica (OMM). También asisten organizaciones intergubernamentales como, la Organización para la Cooperación Económica y Desarrollo (OCED) y la Agencia Internacional de Energía (AIE), junto con varias organizaciones no gubernamentales (ONGs).

#### **1.2.2.5. Primera Conferencia de las Partes: “Mandato De Berlín”**

La primera revisión de los avances en el desarrollo de la Convención se hizo en la Primera Conferencia de las Partes (Berlín, 1995) y se determinó que los compromisos allí establecidos no son adecuados para cumplir con el objetivo de la Convención y se acordó iniciar un proceso para negociar un protocolo, donde se fijaran objetivos cuantificados de limitación y reducción de emisiones de GEI dentro de periodos determinados de tiempo, por parte de los países Anexo I. Específicamente se aclaró que este proceso no introducirá obligaciones adicionales para los países en desarrollo.



También se estableció una fase experimental de Actividades Implementadas Conjuntamente (AIC), donde los países Anexo I pueden financiar el desarrollo de proyectos para la reducción de emisiones por fuentes o captación por sumideros de GEI, en países en desarrollo, las cuales no podrán ser acreditadas a ninguna de las Partes, para el cumplimiento de sus compromisos.

#### **1.2.2.6. Segunda Conferencia de las Partes: Declaración Ministerial de Ginebra**

Esta Conferencia de las Partes tuvo lugar en Ginebra, en Julio de 1996. El principal resultado fue la “Declaración Ministerial de Ginebra” en la cual se acordó acelerar las negociaciones de un protocolo, para ser adoptado en la Tercera Conferencia de las Partes, en 1997.

#### **1.2.2.7. Tercera Conferencia de las Partes: adopción del Protocolo de Kioto**

En cumplimiento del Mandato de Berlín y en desarrollo del objetivo principal de la Convención, en la Tercera Conferencia de las Partes, celebrada en Kioto en diciembre de 1997, se adoptó por consenso el Protocolo de Kioto.

### **1.2.3. Protocolo de Kioto**

El Protocolo de Kioto a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, busca desarrollar el objetivo de la Convención y fortalecer la respuesta de la comunidad internacional al cambio climático. Con este fin establece para los países incluidos en el Anexo I de la Convención, compromisos cuantificados de reducción de emisiones de GEI, para el periodo después del año 2000.

El Protocolo reafirma el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas; busca avanzar en el cumplimiento de los compromisos contenidos en la Convención, y hace explícito que no se introducen compromisos nuevos para los países no incluidos en el Anexo I de la Convención.

Establece para los países incluidos en el Anexo I de la Convención, obligaciones cuantificadas de reducción de emisiones de GEI. En su conjunto promediado estos países deberán reducir en un 5.2% sus emisiones colectivas de seis GEI, para el periodo comprendido entre los años 2008 y 2012. Este compromiso de reducción de emisiones es diferenciado: la Unión Europea debe reducir sus emisiones en un 8%, Estados Unidos 7%, Japón y Canadá 6%, mientras Australia podrá aumentar un 8%.

El Protocolo establece una serie de mecanismos que dan flexibilidad a las Partes para el cumplimiento de sus compromisos: *Comercio de Emisiones*, que permite que los países industrializados comercien entre sí los derechos de emisión; la *Implementación Conjunta* entre las Partes del Anexo I, en virtud del cual los países podrán intercambiar unidades de reducción de emisiones que resulten del desarrollo de

proyectos encaminados a mitigar las emisiones de GEI; y el *Mecanismo de Desarrollo Limpio* para implementar entre países del Anexo I y países en desarrollo.

El Protocolo entrará en vigor 90 días después de que lo ratifiquen un mínimo 55 países Partes de la Convención, incluyendo países desarrollados cuyas emisiones representen al menos el 55% de las emisiones de CO<sub>2</sub> en 1990 de los países Anexo I.

### **1.2.3.1. El Mecanismo de Desarrollo Limpio**

El objetivo del MDL es ayudar a los países en desarrollo, a lograr un desarrollo sostenible y contribuir al objetivo de la Convención. Así como ayudar a los países desarrollados a cumplir con sus compromisos de reducción de emisiones. Las Partes del Anexo I podrán, a través del MDL, financiar proyectos de reducción de emisiones y utilizar esas reducciones certificadas para cumplir con sus compromisos de reducción.

### **1.2.3.2. Desarrollos de la Conferencia de las Partes para la Implementación de la Convención y entrada en vigor del Protocolo**

A partir de la adopción del Protocolo en la Tercera Conferencia de las Partes, la COP continuó sus revisiones anuales de los avances en la implementación de la Convención, e inició el trabajo necesario para la entrada en vigor del Protocolo. Con este fin, la Cuarta Conferencia de las Partes adoptó el Plan de Acción de Buenos Aires, pero sólo hasta la Séptima Conferencia de las Partes en el 2001, se logró un acuerdo sobre los temas claves para la posible entrada en vigor del Protocolo.

Las decisiones adoptadas por la Séptima Conferencia de las Partes, realizada en Marrakesh en 2001, representan el estado actual de aspectos de importante interés para Colombia, como lo son las reglas de funcionamiento del MDL y la creación de fondos de financiación. Todos estos instrumentos representan potenciales beneficios para los países en desarrollo.

#### **A. Funcionamiento del Mecanismo de Desarrollo Limpio**

Se acordó que el MDL puede entrar a funcionar antes de la entrada en vigor del Protocolo, y los proyectos que hayan empezado a ejecutarse después del 2000 pueden generar créditos si cumplen con las reglas establecidas. Adicionalmente se eligió la Junta Directiva para el MDL y se establecieron reglas y procedimientos para su funcionamiento.

Se estableció que la participación de los países debe ser voluntaria. Para participar en el MDL, los países en desarrollo deben haber ratificado el Protocolo y nombrado la Autoridad Nacional Designada. Los países desarrollados deben haber ratificado el Protocolo, expedido los “permisos” de emisión, establecido un sistema nacional de estimación y sistema nacional de registro, y mantener el envío a la Convención de la información requerida.

La Junta Directiva MDL debe supervisar el MDL, recomendar reglas y procedimientos para su funcionamiento, aprobar las nuevas metodologías para líneas base y monitoreo, acreditar las Entidades Operacionales, y desarrollar el sistema de registro MDL. Las Entidades Operacionales tienen funciones de validación y verificación de proyectos y certificación de reducciones de emisiones. Las Autoridades Nacionales del MDL tienen la función de aprobar los proyectos. Se acordó que la elegibilidad de los proyectos se limitará a reforestación y aforestación hasta el 2013, dejando afuera la conservación.

### **1.2.3.3. Fondos de Financiación**

El artículo 11 de la Convención dispone la creación de un mecanismo para proveer recursos financieros a los países en desarrollo. En 1998 la COP designó al Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF por su sigla en inglés) como la entidad operacional de este mecanismo financiero.

Los Acuerdos de Marrakesh, establecieron tres nuevos fondos de financiación: el *fondo especial para cambio climático* y el *fondo para los países menos desarrollados* bajo la Convención, y el *fondo para la adaptación* bajo el Protocolo de Kioto. El GEF será la entidad operacional de estos tres fondos de financiación, adicionalmente a su área de trabajo en cambio climático.

Bajo la Convención el *fondo especial para cambio climático* financiará proyectos relacionados con el fortalecimiento de la capacidad institucional, adaptación a los impactos del cambio climático; transferencia de tecnología; mitigación del cambio climático; y alternativas de diversificación económica para países que sus ingresos dependen en gran parte de la producción y exportación de combustibles fósiles y el *fondo para los países menos desarrollados* el cual apoyará el desarrollo de un programa de trabajo especial para los países menos desarrollados.

El *fondo de financiación para la adaptación*, bajo el Protocolo financiará principalmente proyectos y programas concretos en los países en desarrollo, que sean Parte del Protocolo, para adaptarse a los impactos negativos del cambio climático. Entre las fuentes de financiación de este fondo se encuentran un impuesto del 2% sobre los Certificados de Reducción de Emisiones resultantes del desarrollo de proyectos MDL y contribuciones voluntarias de los países desarrollados Parte del Protocolo.

## **2. Diagnóstico**

---

### **2.1. Impactos del cambio climático en Colombia**

En este aparte del diagnóstico, se considera el grado de vulnerabilidad de distintos elementos dentro del territorio nacional a los posibles impactos del cambio climático.

#### **2.1.1. Vulnerabilidad de Colombia frente al Cambio Climático Global**

En el caso de Colombia, se ha identificado<sup>2</sup> que los mayores impactos se podrían presentar en la disponibilidad de los recursos hídricos, en los ecosistemas (en particular, los de alta montaña), en la agricultura, en la salud humana y en las zonas costeras e insulares. La magnitud del impacto depende del grado de vulnerabilidad de los ecosistemas y del sistema socioeconómico nacional. Sobre el potencial impacto del cambio climático en Colombia y la sensibilidad y vulnerabilidad de los sistemas nacionales al mismo, se tiene identificado lo siguiente:

##### **2.1.1.1. Cambios en la temperatura del aire y de la precipitación anual en Colombia**

En el clima colombiano se han detectado tendencias al cambio de las condiciones predominantes, particularmente en las tendencias de temperatura del aire y de la precipitación en el periodo 1961-1990. En general es posible determinar un incremento generalizado de la temperatura del aire, el cual está relacionado principalmente con una manifestación del calentamiento global en nuestro país. Si bien hay un incremento de la temperatura del aire, el calentamiento no es homogéneo, hay regiones del país que se calientan más que otras.

En el caso de la precipitación sobre el territorio colombiano, las tendencias son igualmente variadas. En general se ha identificado una tendencia a la disminución en las regiones Caribe, Pacífica y en el sur de la Andina. En los piedemonte amazónico y orinoquense, así como en el altiplano Cundiboyacense se ha venido presentando un incremento de la precipitación.

En cuanto al clima del futuro, estimaciones realizadas por el IDEAM, basadas en diferentes análisis, dan como resultado que hacia mediados del siglo XXI en el territorio colombiano se presentarían los siguientes cambios:

- Incremento diferenciado en el territorio colombiano de la temperatura del aire entre 1.0 y 2.0° C en comparación con los promedios del periodo 1961-1990.

---

<sup>2</sup> Ibidem

- Alteraciones del volumen anual de precipitación que oscilan entre –15% y + 15% del valor 1961-1990 para diferentes regiones del país.
- En relación con el promedio observado para el periodo 1961-1990, se estima que para el 2050-2060, el incremento del nivel del mar será de aproximadamente 40 y 60 centímetros para las Costas Caribe y Pacífico colombianas respectivamente

### **2.1.1.2. Recursos Hídricos**

La vulnerabilidad del recurso hídrico se aborda desde dos aspectos: en primer lugar la relacionada con la susceptibilidad de los sistemas hídricos para conservar y mantener su régimen hidrológico actual ante las posibles alteraciones climáticas; el segundo lugar como la vulnerabilidad de los sectores usuarios del recurso ante la amenaza de cambios sustanciales en el régimen hidrológico, y para este en particular se considero la sensibilidad de la red de monitoreo hidrológico.

La evaluación de la vulnerabilidad refleja que un porcentaje del 30% del territorio colombiano tiene una baja vulnerabilidad a cambios en el régimen hidrológico actual por efectos de un posible climático. Un 50% del territorio nacional se verá posiblemente afectado por vulnerabilidad desde alta hasta muy alta como resultado de grandes afectaciones en las magnitudes de la norma de escorrentía, coeficiente de variación y de asimetría y por el cambio total en le funcionamiento del régimen hidrológico (aparición de comportamientos probabilísticos bimodales por ejemplo). Un 30% y un 15% presentarán vulnerabilidades bajas y medias respectivamente. Tan solo un 4% no será afectado por ningún cambio en el régimen de escorrentía. Las cifras anteriores colocan al país en una posición de alerta ante la posibilidad de un cambio climático dado que la mayor parte del territorio experimentará cambios en el régimen de escorrentía de media a muy alta intensidad. Esto señala que la mayoría de los ecosistemas naturales e intervenidos, así como los sectores socio económicos tendrán un nuevo régimen de escorrentía ante el cual será necesario adaptarse para subsistir o funcionar.

Teniendo en cuenta lo anterior, se determinó que la población colombiana es altamente vulnerable a las alteraciones en la distribución de los recursos hídricos generadas por el cambio climático debido a que cerca del 40% de la población urbana está expuesta a problemas de abastecimiento en condiciones hidroclimáticas medias.

### **2.1.1.3. Ecosistemas colombianos**

Los ecosistemas de Colombia se verían seriamente afectados por el cambio en la temperatura y la precipitación. Se identificó que dentro de los más vulnerables se encuentran los ecosistemas de alta montaña, dada la fragilidad de los biomas localizados en esas zonas altitudinales. Los glaciares y los biomas de páramo, debido a un avance en altitud, reducirían su área y pondrían en condiciones difíciles los ecosistemas asociados. Adicionalmente, se podría incrementar la mayor amenaza por

incendios para todos los ecosistemas forestales y particularmente los de las zonas áridas y semiáridas.

#### **2.1.1.4. Sector Agrícola**

A partir del análisis de sensibilidad se identificaron los cultivos colombianos potencialmente más vulnerables a cambios conjuntos en temperatura y precipitación, los cuales son: arroz seco manual, arroz seco mecanizado, tomate de árbol, trigo y papa.

Con la metodología empleada, incluyendo la información de los rangos bioclimáticos y la oferta edáfica, se puede concluir que: en el escenario de duplicación de dióxido de carbono, la oferta edáfica muy baja predominante en los rangos bioclimáticos actuales, se perdería en el 6% de ellos; la oferta edáfica baja permanecería igual, y la oferta edáfica moderada aumentaría en un 6%, siendo el rango bioclimático cálido seco el que ganaría este aumento.

Teniendo en cuenta los cambios de área en los rangos bioclimáticos, se identifican los rangos bioclimáticos más vulnerables como aquellos en los cuales se presentará la mayor disminución en el área con categoría edáfica alta, éstos son: frío muy húmedo, frío pluvial y paramuno muy húmedo; y los rangos menos vulnerables corresponden a aquellos en los cuales se presentará el mayor aumento en área en la categoría edáfica alta, éstos son: cálido muy húmedo, cálido pluvial y templado seco.

La oferta de los suelos para agricultura intensiva afectados por procesos de desertificación aumentaría en el área del ecosistema seco en 1.4%. Las áreas de los cultivos de banano, caña de azúcar, palma de aceite sobre suelos susceptibles a la degradación por desertificación aumentaría en 3%.

De los 23 distritos de riego de gran irrigación de administración usuarios-INAT, 15 de ellos se encuentran actualmente en zonas secas, en áreas susceptibles a degradación por desertificación; con el escenario de duplicación de dióxido de carbono se afectarían los 23 distritos existentes. El 32.2% del área de los 15 distritos localizados actualmente en ecosistemas secos se encuentran en procesos de desertificación, con el escenario futuro el 91.3% del área de los distritos se verían afectados por estos procesos de desertificación.

Aunque no se tiene un inventario preciso de las áreas ocupadas en agricultura intensiva en ecosistemas secos, aproximadamente el 10% de sus tierras están disponibles para ser aprovechadas para agricultura intensiva. Si en éstas áreas se siguen utilizando los mismos tipos de agricultura y las mismas tecnologías, la amenaza de pérdida de la productividad de éstos suelos será alta. De acuerdo con lo anterior es necesario implementar unos planes de manejo especial para los agroecosistemas en estas zonas secas.

### **2.1.1.5. Salud humana: Dengue y Malaria**

En lo que concierne a la salud humana, se estima que en Colombia con el cambio climático se incrementa el área con condiciones favorables para el desarrollo de los vectores de las enfermedades como la malaria y el dengue y por ende, la incidencia de estas. Hay diferentes factores que hacen vulnerable al país ante estas amenazas como por ejemplo, la concentración de la población en ciudades situadas en los rangos de temperatura aptos para el desarrollo del vector del dengue es uno de ellos.

Si bien estas enfermedades suceden mediante la picadura de un mosquito y presentan características ambientales particulares, su desarrollo parece también estar relacionado por factores como la concentración de la población y la pobreza.

Respecto a la malaria, la población con mayores probabilidades de contraer la enfermedad habita entre los 24°C y 28 °C, y corresponde al 38% de la población rural de Colombia. Sin embargo, no todos los municipios con población entre los 24°C y 28°C aparecen con incidencia de la enfermedad, lo cual hace pensar que existen otras variables de tipo ecológico e incluso social que contribuyen en la aparición de la enfermedad. Es así como la tasa de incidencia de la enfermedad, se relaciona con el NBI (Necesidades Básicas Insatisfechas), mostrando que existe una relación directa entre tasas de incidencia y condiciones de pobreza, a mayores condiciones de pobreza, mayores tasas de incidencia.

En relación con el dengue, de manera general, se puede apreciar que la enfermedad hace presencia en 513 municipios, es decir, el 47 % de los municipios del país se encuentran afectados. Ante la posibilidad de aumentos en la temperatura debido al cambio climático, se debe esperar el aumento en el número de casos de los rangos con menos de 16 °C, lo cual es una señal para mantener una fuerte vigilancia sobre la aparición de casos en estos municipios. La relación entre el dengue y el NBI es significativa, específicamente el componente de inasistencia escolar, ya que la enfermedad del dengue se relaciona con la formación de buenos hábitos en el manejo del agua y del entorno.

En general se aprecia que son varios los factores que están incidiendo en la aparición del dengue, dentro de los cuales se destaca la concentración de la población, pues esta enfermedad se desarrolla en ciudades situadas en los rangos de temperatura ideales para el desarrollo del vector.

### **2.1.1.6. Zonas costeras e Insulares**

De acuerdo con estudios realizados por el IDEAM y el INVEMAR<sup>3</sup>, la vulnerabilidad de las zonas costeras colombianas es entre ALTA y CRITICA, frente a un posible

---

<sup>3</sup> IDEAM. Colombia 2001, Primera Comunicación Nacional ante la CMNUCC Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Proyecto NCCSAP-Colombia/MMA-INVEMAR “Definición de la

ascenso de un metro del nivel del mar por cambio climático en un horizonte de 30 a 100 años.

En el litoral Caribe, aproximadamente 2,121,887 personas (excluyendo población indígena), se encuentran localizadas en la zona de afectación, de las cuales alrededor del 58.5%, se localizan en la zona de amenaza por inundación. La población ubicada en la zona de amenaza representa el 3% de la población nacional y el 17 % de la población del Caribe. Para el litoral Pacífico, se calcula que la población que se encuentra en zona de afectación asciende a 498,970 personas, de las cuales un 48% se encuentran expuesta a algún tipo de amenaza por inundación. Una proporción importante de la población de los centros urbanos de Tolú, San Juan de Urabá, Turbo, San Bernardo del Viento, Ponedera, Puerto Colombia, Cartagena, Buenaventura, Tumaco, Timbiquí, Nuquí, Charco y Guapi serán afectadas por la inundación por encontrarse en zona de amenaza alta y media.

El ascenso del nivel del mar tendrá un impacto directo sobre la población por los efectos de la intrusión salina en los acuíferos e impacto indirecto debido a los incrementos en los costos de tratamiento de aguas por parte de los acueductos.

El área agropecuaria del Caribe expuesta a los diferentes tipos de amenaza equivale a 351,971 ha (4,9% del área total considerada). Del área expuesta, 49,5% del área de cultivos y pastos presenta alta vulnerabilidad, en cuyo caso el banano se vería afectado en 39,2% de su área, la palma africana en 9,7%, los cultivos transitorios en 6,8% y los cultivos permanentes en 1,2%.

El 75,3% (475 ha) del área ocupada por los establecimientos manufactureros en Barranquilla y 99,7% (877 ha) en Cartagena son de alta vulnerabilidad. El 44,8% de la infraestructura vial terrestre del Caribe presenta alta vulnerabilidad, 5,2% vulnerabilidad media y 22,7% baja vulnerabilidad.

Un eventual ascenso en el nivel del mar generaría una afectación en el valor de capital equivalente al 1.5% del PIB del año 2001. La participación del valor de capital afectado del Caribe Continental y de la costa Pacífica en el total de ambas costas corresponde al 69% y al 31% respectivamente en el 2001.

En términos sectoriales, un elemento a destacar tiene que ver con el hecho de que aproximadamente un 10% del PIB agrícola de los departamentos de la costa Pacífica y un 4.3% del PIB de los del Caribe se verían afectados por un eventual ascenso de un metro en el nivel medio del mar. Siendo precisamente este sector el principal generador de empleo en la costa Pacífica y el segundo en el Caribe continental.

---

*Vulnerabilidad de los sistemas biogeofísicos y socioeconómicos debido a un cambio en el nivel del mar en la zona costera colombiana (Caribe, insular y Pacífico) y medidas de adaptación". Invemar, 2002*



Los manglares, los arrecifes coralinos y las playas y playones tienen una vulnerabilidad crítica. El zonobioma de desierto tropical ha sido calificado como de vulnerabilidad alta; los fanerógamas marinas y litorales rocosos con, vulnerabilidad media y los bosques secos tropicales, bosques húmedo tropical, fondos de plataforma continental con vulnerabilidad baja.

En la zona urbana del litoral Caribe, la distribución de los hogares según niveles de vulnerabilidad, muestra que el 15% se encuentra en la categoría de vulnerabilidad media - baja, el 83% en baja y el porcentaje restante en las categorías alta y media. En relación con la zona rural, se registra que un 28% de los hogares presentan una vulnerabilidad alta, 11% media y un 61% baja. En la zona rural del litoral Pacífico, el 29% presenta vulnerabilidad baja, 59% media y 12% alta. En la zona urbana, el 88% de los hogares presentan una vulnerabilidad baja, el 6% media y el 6% alta.

Un análisis de las áreas críticas de vulnerabilidad determinó que de los 56 municipios del Caribe analizados 3 municipios fueron catalogados como de importancia alta: Cartagena, Barranquilla y Santa Marta. La zona del Pacífico colombiano muestra en su orden a Tumaco y Buenaventura como áreas críticas de importancia alta.

El Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina fue declarado área crítica de alta importancia. Un aumento de un metro en el nivel del mar haría desaparecer el 17% del área de San Andrés. Las zonas de mayor afectación por el ascenso se encuentran en el Norte y Este de la Isla, donde precisamente se encuentra gran parte de los atractivos paisajísticos e infraestructura que sustentan el turismo y el comercio. Es importante destacar que una buena parte del área afectada corresponde a zonas de relleno que se habilitaron en los años cincuenta para la construcción de viviendas. La infraestructura de servicios públicos se vería afectada por el ascenso en el nivel del mar, en especial el alcantarillado, el abastecimiento de agua y la infraestructura vial, ubicada cerca de las playas del casco urbano de North End y la avenida circunvalar (especialmente en el sector de San Luis). Actualmente las playas ya poseen problemas de erosión, debido a que la fuente esencial de sedimentos son los corales, los cuales, a su vez, son impactados por actividades humanas como la contaminación, la pesca intensiva y la navegación de barcos y motos acuáticas.

De otra parte, las islas de Providencia y Santa Catalina sufrirían menores efectos sobre su superficie que San Andrés. La topografía abrupta de estas islas es un factor a favor frente al ascenso de un metro del nivel del mar. Las zonas que serían afectadas corresponden a pequeñas playas y a las marismas de mangle que se ubican en la isla de Providencia, especialmente en los sectores de la bahía de Maracaibo y la bahía de Catalina. La población en la isla de Providencia se encuentra esencialmente sobre la vía circunvalar que bordea la isla sobre la línea de costa, lo que corresponde a los sectores críticos que coinciden con las zonas de marismas de mangle.

A diferencia de la situación de Providencia y Santa Catalina, los cayos e islotes del Archipiélago estarían severamente afectados como consecuencia del efecto de

inundación total de sus áreas frente al ascenso del nivel del mar. En este sentido, el ascenso del nivel del mar de un metro cubriría el 100% de territorios emergidos como los cayos e islotes de Serranilla, Roncador, Serrana, Bajo Nuevo, Albuquerque y otros aledaños. Lo anterior podría causar la pérdida para Colombia de derechos internacionales sobre recursos naturales invaluable y la desaparición de parte de su mar territorial y Zona Económica Exclusiva en el orden de cientos de miles de kilómetros cuadrados.

## **2.1.2. Medidas de respuesta**

En este aparte se identifican las medidas existentes que permiten conocer mejor las amenazas que representa el cambio climático y mejorar la capacidad de adaptación de los distintos elementos en el territorio nacional a éstas, para así poder mitigar el riesgo. Existen medidas en términos de políticas, programas, planes que aunque no se originan específicamente en la problemática asociada al cambio climático, tiene relación con ésta.

La respuesta más contundente que hasta el momento se ha tenido en el país, para mejorar el conocimiento sobre la amenazas que representa el cambio climático para en el territorio, así como la capacidad de adaptación de los distintos elementos a este fenómeno, es la *Primera Comunicación Nacional de Colombia ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático* (IDEAM, ed., 2001). Así como, el reciente análisis realizado por el INVEMAR sobre la *Definición de la Vulnerabilidad de los Sistemas Biogeofísicos y Socioeconómicos Debido a un Cambio en el Nivel del Mar en la Zona Costera Colombiana (Caribe, Insular Y Pacífico) y Medidas de Adaptación*.

### **2.1.2.1. Coberturas Vegetales**

En relación con medidas que permitan mejorar el conocimiento de ecosistemas vulnerables a los efectos del cambio climático, se encuentran proyectos como:

- Programa para el Manejo Sostenible y Restauración de Ecosistemas de la Alta Montaña Colombiana: Páramos, 2002 (Ministerio del Medio Ambiente).
- Política Nacional Para Humedales Interiores de Colombia: Estrategias para su Conservación y Uso Racional, 2001 (Ministerio del Medio Ambiente).
- El Convenio Macizo Colombiano suscrito por CRC, CAM, CORPONARIÑO, CORPOAMAZONIA, CORMAGDALENA, IDEAM y Ministerio del Medio Ambiente.

### **2.1.2.2. Zonas Costeras**

En relación con el caso particular de las zonas costeras del país y su vulnerabilidad a los efectos del cambio climático, de manera específica se desarrolla el proyecto *“Definición de la vulnerabilidad de los sistemas biogeofísicos y socio-económicos debido a un cambio en el nivel del mar en la zona costera colombiana (Caribe,*

*Pacífico) y medidas de adaptación”* (Ministerio del Medio Ambiente-INVEMAR-IDEAM- VON HUMBOLDT- Holanda)

Otras medidas que permiten conocer mejor aquellos ecosistemas costeros y marinos vulnerables a los efectos del cambio climático incluyen:

- *Política Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia* (2000).
- *Documento CONPES para la implementación del Plan de Acción de Política Ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia 2002 – 2004.*
- *Sistema de Información Nacional Ambiental Marino - SINAM.*
- El INVEMAR en conjunto con otras instituciones, principalmente CORALINA, disponen de información de línea base del 100% de las áreas coralinas, cartografía temática de las mismas, diagnóstico de su estado de conservación y de las causas de deterioro.
- INVEMAR ha consolidado y expandiendo *el Sistema Nacional de Monitoreo de Arrecifes Coralinos en Colombia (SIMAC).*
- *Proyecto Levantamiento de estudios y acciones para propiciar la recuperación y/o regeneración natural de los arrecifes coralinos en las aguas costeras de las islas de San Andrés y Providencia.*
- *Proyecto Manglares de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente.*
- *Proyecto para la Zonificación y ordenamiento de los manglares del Golfo de Urabá - Departamento de Antioquia, CORPOURABA – Ministerio del Medio Ambiente*
- *Proyecto para la Restauración y Monitoreo de ecosistemas de manglar en tres departamentos del Caribe colombiano, CARDIQUE - CARSUCRE - CVS y Ministerio del Medio Ambiente*
- *El Levantamiento de estudios y acciones para la conformación de la Reserva de la Biosfera en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, e inclusión del Archipiélago dentro de la Red Mundial de Reservas de La Biosfera de la UNESCO, 2000.*
- *La Agenda Pacífico XXI.*

En cuanto a las medidas existentes que pueden permitir responder a las amenazas del cambio climático existe el *Estrategia para Consolidar la Ejecución del Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres –PNPAD- en el Corto y Mediano Plazo, CONPES 3146 (2001).*

### **2.1.2.3. Sector Agrícola**

Teniendo en cuenta que una de las principales vulnerabilidades del sector agrícola a los efectos del cambio climático se relaciona con la degradación de suelos, acciones encaminadas a prevenir dichos impactos se materializan en medidas como el

*Programa Nacional de Producción Agropecuaria Ecológica* – Ministerio de Agricultura (2001).

#### **2.1.2.4. Recurso Hídrico**

En relación con las medidas que permiten mejorar el conocimiento y manejo del recurso hídrico en el país, el Plan Nacional de Desarrollo – Proyecto Colectivo Ambiental considera tiene como eje “el agua: como articulador de política”, estableciendo las prioridades de política para los temas relacionados con este recurso. Adicionalmente se cuenta con los “*Lineamientos de Política para el Manejo Integral del Agua*”, Ministerio del Medio Ambiente (1998).

#### **2.1.2.5. Investigación Científica**

En sus orígenes el Programa Nacional de Ciencias del Medio Ambiente y del Hábitat de COLCIENCIAS tuvo una línea de investigación exclusivamente para el cambio climático, la cual con los años desapareció y no se ha sido reactivada. Sin embargo a través de varios de los programas nacionales de investigación se han financiado proyectos relacionados con el cambio climático. Adicionalmente existen diversas iniciativas de investigación en el tema, pero no se cuenta con un inventario nacional de éstas.

## **2.2. Implicaciones de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kioto para Colombia**

Colombia es Parte de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático desde el 20 de junio de 1995 (para el proceso de ratificación se surtieron los siguientes trámites: Ley de la Republica Aprobatoria de Tratado 164 de 1994; Sentencia de Constitucionalidad de la Corte Constitucional C-073 de 1994; ratificación marzo 22 de 1995), y del Protocolo de Kioto. A la fecha el Protocolo no ha entrado en vigor, sin embargo Colombia depositó el instrumento de adhesión el 30 de noviembre del 2001 habiéndose surtido los trámites previos (Ley de la Republica Aprobatoria de Tratado 629 de 2000; Sentencia de Constitucionalidad de la Corte Constitucional C-860 de 2001). Por lo tanto, el Estado Colombiano, como sujeto de Derecho Internacional, se compromete a cumplir con las disposiciones acordadas y contenidas en la Convención y el Protocolo.

Teniendo en cuenta lo anterior, esta segunda parte del diagnóstico contempla las implicaciones para Colombia de ser país Parte de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático y su Protocolo de Kioto, en términos de los compromisos adquiridos y las oportunidades que éstos representan. Adicionalmente se consideran los impactos de la entrada en vigor del Protocolo de Kioto y el cumplimiento de los países desarrollados de sus compromisos cuantificados de

reducción de emisiones de GEI, para Colombia como país en desarrollo exportador de combustibles fósiles.

## **2.2.1. Implicaciones de los compromisos adquiridos bajo la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático y el Protocolo de Kioto**

En relación con las implicaciones que tienen los compromisos adquiridos por Colombia como país Parte de la Convención y el Protocolo de Kioto, en este segmento del diagnóstico se contemplan como punto de partida los compromisos que establecen la Convención y el Protocolo de Kioto para todos los países Partes. A partir de éstos se identifica la capacidad institucional existente para el cumplimiento de estos compromisos, para finalmente exponer las acciones y medidas desarrolladas que permiten cumplir con estos compromisos.

### **2.2.1.1. Compromisos Adquiridos**

En relación con las implicaciones que tienen los compromisos adquiridos por Colombia como país Parte de la Convención y el Protocolo de Kioto, en este segmento del diagnóstico se contemplan como punto de partida los compromisos que establecen la Convención y el Protocolo de Kioto para todos los países Partes. A partir de éstos se identifica la capacidad institucional existente para el cumplimiento de estos compromisos, para finalmente exponer las acciones y medidas desarrolladas que permiten cumplir con estos compromisos.

**Tabla 1. Compromisos Establecidos en el Artículo 4.1 de la Convención**

Elaborar, actualizar periódicamente, publicar y facilitar a la Conferencia de las Partes, inventarios nacionales de las emisiones antropógenas por las fuentes y de la absorción por los sumideros de los GEI;
Formular, aplicar, publicar y actualizar regularmente programas nacionales y, regionales, con medidas orientadas a mitigar el cambio climático, y medidas para facilitar la adaptación adecuada al cambio climático;
Promover y apoyar con su cooperación el desarrollo, la aplicación y la difusión, incluida la transferencia, de tecnologías, prácticas y procesos que controlen, reduzcan o prevengan las emisiones antropógenas de GEI en sectores como el energético, transporte, industria, agricultura, silvicultura y la gestión de desechos;
Promover la gestión sostenible y apoyar con su cooperación la conservación y el reforzamiento, de sumideros de GEI, inclusive la biomasa, los bosques y los océanos, así como otros ecosistemas terrestres, costeros y marinos;
Cooperar en los preparativos para la adaptación a los impactos del cambio climático; desarrollar y elaborar planes apropiados e integrados para la gestión de las zonas costeras, los recursos hídricos y la agricultura, y para la protección y rehabilitación de las zonas afectadas por la sequía y la desertificación, así como por las inundaciones;
Tener en cuenta, las consideraciones relativas al cambio climático en sus políticas y medidas sociales, económicas y ambientales pertinentes y emplear métodos apropiados, por ejemplo evaluaciones del impacto, formulados y determinados a nivel nacional, con miras a reducir al mínimo los efectos adversos en la economía, la salud pública y la calidad del medio ambiente, de los proyectos o medidas emprendidos por las Partes para mitigar el cambio climático o adaptarse a él;
Promover y apoyar con su cooperación la investigación científica, tecnológica, técnica y socioeconómica, relativa al sistema climático, con el propósito de facilitar la comprensión de las causas, los efectos, la magnitud y la distribución cronológica del cambio climático, y de las consecuencias económicas y sociales de las distintas estrategias de respuesta y de reducir o eliminar los elementos de incertidumbre que aún subsisten al respecto;
Promover y apoyar el intercambio de la información científica, tecnológica, técnica, socioeconómica y jurídica sobre el sistema climático y el cambio climático, y sobre las consecuencias económicas y sociales de las distintas estrategias de respuesta;
Promover y apoyar la educación, la capacitación y la sensibilización del público respecto del cambio climático y estimular la participación más amplia posible en ese proceso, incluida la de las organizaciones no gubernamentales.

### **2.2.1.2. Capacidad para cumplir con los Compromisos**

El Estado Colombiano como sujeto de Derecho Internacional, Parte de tratados internacionales jurídicamente vinculantes como la Convención y el Protocolo de Kioto, está en la obligación de cumplir con los compromisos adquiridos. El punto focal dentro del Gobierno Nacional para la Convención y el Protocolo de Kioto es el Ministerio de Relaciones Exteriores, que es la institución responsable de establecer la comunicación entre el Gobierno y las instituciones que se derivan de la Convención. Por su parte el Ministerio del Medio Ambiente es la institución que se encarga del desarrollo e implementación de la Convención y el Protocolo de Kioto, y para lograr dicho fin se apoya en todo el Sistema Nacional Ambiental - SINA.

Hasta la fecha el desarrollo de los distintos temas asociados a la Convención y al Protocolo de Kioto se ha realizado a partir de la institucionalidad existente dentro del SINA, y no existe un marco institucional específico que concentre y articule todos éstos temas.

### **2.2.1.3. Medidas existentes para el cumplimiento de los compromisos**

El principal avance en el cumplimiento de los compromisos adquiridos bajo la Convención es la finalización, presentación y publicación por parte del IDEAM de la *Primera Comunicación Nacional de Colombia ante la Convención de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático* en Diciembre del 2001, donde se incluye de acuerdo con los lineamientos y metodologías establecidos por el IPCC, el inventario nacional de emisiones por fuentes y absorción por sumideros de GEI, las acciones desarrolladas para mitigar las emisiones de GEI, y la vulnerabilidad del país a los efectos del cambio climático y algunas medidas de adaptabilidad necesarias.

Para este inventario, las emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Colombia fueron evaluadas<sup>4</sup> para los años 1990 y 1994 en las siguientes cinco categorías de fuentes emisoras:

- *Energía*: emisiones por el uso de combustibles fósiles como el petróleo, gas natural y carbón con fines energéticos y las relacionadas con actividades de producción, almacenamiento, refinación y distribución de gas natural y petróleo;
- *Procesos industriales*: emisiones por procesos para la obtención de productos como el cemento, hierro, alimentos y bebidas, entre otros. No incluyen las emisiones relacionadas con el uso de energía para la obtención de dichos productos
- *Cambio en el uso de la tierra y silvicultura*: emisiones de procesos de intervención del bosque natural por actividades pecuarias, cultivos agrícolas y obtención de madera y otros productos del bosque como leña, entre otros y las emisiones del aprovechamiento de las plantaciones forestales industriales. Incluye

---

<sup>4</sup> IDEAM (ed.). Colombia 2001, Primera Comunicación Nacional ante la CMNUCC Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

la captura de dióxido de carbono por la regeneración natural del bosque, la reforestación y la recuperación de tierras abandonadas

- *Agricultura*: emisiones generadas por actividades agropecuarias, como la quema de residuos de cosechas agrícolas y quema de sabanas, entre otras
- *Disposición de residuos*: emisiones por la disposición de residuos sólidos y el tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales

Para las categorías anteriores, se reportaron las emisiones de gases de efecto invernadero directo (dióxido de carbono, metano y óxido nitroso) así como las emisiones de gases de efecto invernadero indirecto, que son precursores de gases de efecto invernadero y de ozono (óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano, monóxido de carbono). También se tomaron en consideración las emisiones del dióxido de azufre, el cual es un precursor de aerosoles.

En Colombia, para 1990 y 1994, el gas que se emitió en mayor cantidad en el país fue el *dióxido de carbono* (63'510.400 toneladas en 1990 y 77'103.900 toneladas en 1994) seguido por el monóxido de carbono (4'826.700 toneladas en 1990 y 5'092.300 toneladas en 1994), el metano (1'963.900 toneladas en 1990 y 2'116.700 toneladas en 1994), los compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (429.700 toneladas en 1990 y 453.300 toneladas en 1994), los óxidos de nitrógeno (295.900 toneladas en 1990 y 335.400 toneladas en 1994), el dióxido de azufre (141.800 toneladas en 1990 y 170.200 toneladas en 1994) y el óxido nitroso (79.400 toneladas en 1990 y 91.300 toneladas en 1994).

Para el año de 1990 y 1994, la fuente emisora con mayor participación en las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) fue la de energía (72,8% en promedio), seguido por la de cambio en el uso de la tierra y silvicultura (20.1% en promedio) y, por último, la de procesos industriales (7,2% en promedio). Dentro de la categoría energía, la emisión de dióxido de carbono por el uso de combustibles fósiles con fines energéticos correspondió al 98,6% en promedio de las emisiones de CO<sub>2</sub> para el periodo analizado. El sector productivo con más emisiones de CO<sub>2</sub> por el uso de combustibles fósiles con fines energéticos es el de transporte automotor (90% de las emisiones), en particular el transporte público de pasajeros.

El abandono de tierras cultivadas generó una recuperación de la superficie boscosa durante el periodo 1986-1990 de 144.840 hectáreas mientras que en el periodo 1990-1994 esta cifra fue de 147.400 hectáreas. Teniendo en cuenta lo anterior y suponiendo que las áreas de bosques evaluadas no fueron intervenidas en el periodo 1986-1996, por el cambio en el uso de la tierra se capturaron en el periodo 1986-1990 1'010.800 toneladas de CO<sub>2</sub> y en el periodo 1990-1994 1'023.900 toneladas. En este sentido, el acumulado de captura de CO<sub>2</sub> para 1986-1994 fue de 2'034.700 toneladas.

Lo anterior implica que en el país tan solo se capturó el 2,6% del dióxido de carbono emitido en los años 1990 y 1994. Por esta razón, es importante seguir fortaleciendo el

sector forestal en el país para aumentar el potencial de captura de los bosques naturales que han sido intervenidos y recuperar aquellas zonas degradadas a través de actividades de reforestación, forestación y restauración, con criterios de desarrollo social y económico sin perder su perspectiva ambiental.

En un horizonte futuro de 100 años, las emisiones de metano y óxido nitroso tendrán un efecto similar al efecto de las emisiones de dióxido de carbono. En este sentido, las emisiones de estos tres gases efecto invernadero tendrán un impacto sobre el calentamiento global igual o superior que las emisiones del módulo de energía. Teniendo en cuenta lo anterior y el hecho de que en Colombia el sector agrícola fue el que mayor cantidad de metano emitió en los años analizados (77,3% en 1990 y 77,2% en 1994) y óxido nitroso (95,7% en 1990 y 95,8% en 1994), se debe recalcar la importancia de generar lo más pronto posible políticas de reducción de Gases Efecto Invernadero en Colombia, no sólo en el uso de combustibles fósiles sino también en el sector agrícola, particularmente en lo que respecta la actividad pecuaria (responsable del 84.5% de las emisiones de metano) y suelos agrícolas (responsable del 80% de las emisiones de óxido nitroso).

En el territorio colombiano las emisiones de CO<sub>2</sub> son el 0.25-0.30% del volumen de emisiones mundiales. Las emisiones nacionales totales de este gas fueron menores a las de países Latinoamericanos como Argentina, México y Perú.

### A. Marco jurídico

A continuación se encuentran algunas de las medidas legales y políticas desarrolladas por el gobierno nacional que aunque no han sido motivadas por la existencia del fenómeno del cambio climático o los compromisos adquiridos bajo la Convención, han tenido impacto sobre las emisiones de GEI en el país. Estas medidas son acordes con las metas de desarrollo y crecimiento propuestas para el país, y reflejan el desarrollo del principio de responsabilidades comunes y diferenciadas.

En relación con las disposiciones dentro del marco jurídico existente a nivel nacional que establecen medidas con incidencia sobre las emisiones de GEI se pueden identificar:

**Tabla 2. Normas con incidencia sobre las emisiones de GEI**

Decreto 948 de 1995 que establece las normas relativas a la prevención y control de la contaminación atmosférica, y la protección de la calidad del aire; modificado por el Decreto 1228 de 1997 por medio de cual se establece la certificación obligatoria de cumplimiento de normas de emisión para vehículos automotores; y la Resolución 619 de 1997 por medio de la cual se determinan las actividades e industrias que requieren permiso de emisión atmosférica por fuentes fijas.
Ley 693 de 2001, por medio de la cual se dictan normas sobre el uso de alcoholes carburantes y se crean estímulos para su producción, comercialización y consumo.
Ley 142 de 1994 - Ley de servicios públicos
El Estatuto Tributario Nacional, donde se establecen exenciones y descuento para inversiones relacionadas con el mejoramiento ambiental, la importación de equipos de control y mejoramiento ambiental, la reforestación y conservación de bosques.
Ley 697 de 200, mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la misma y se promueve la utilización de energías alternativas.
Ley 143 de 1994 - Ley de energía



## **B. Políticas y programas sectoriales**

En cuanto a las medidas existentes, en términos de políticas y programas dentro de los diferentes sectores, que tiene implicaciones sobre las emisiones de GEI en el país se encuentran:

### ***i. Sector energía***

Dentro de los desarrollos del sector con alguna incidencia sobre la mitigación de emisiones de GEI, se destacan Plan Energético Nacional – PEN – de 1994, que se actualizó en 1997 con el nombre “Autosuficiencia Energética Sostenible” para el periodo 1997 – 2010. En el Plan se definieron algunas acciones prioritarias como: el incremento de las exportaciones energéticas; la gestión de la demanda y uso racional de energía; el abastecimiento pleno y eficiente de energéticos - petróleo, gas natural, carbón, energía eléctrica y energías alternativas-; la energización rural; el apoyo a la gestión ambiental energética; la promoción a la investigación y desarrollo tecnológico y los aspectos institucionales de la energía.

En cuanto a la gestión ambiental, el PEN contempló entre otras acciones, la articulación de la política energética con la ambiental, la estimación de emisiones de GEI por subsectores energético, el establecimiento de instrumentos para incorporar la política de producción más limpia en el sector energético, el fortalecimiento de la gestión ambiental de las entidades del sector energético, el desarrollo de un sistema de información ambiental minero-energético, y el monitoreo del impacto del sector energético en el cambio climático, en el marco de los compromisos internacionales suscritos por el país.

De otra parte, la Gestión Eficiente de la Demanda y Uso Racional de la Energía - URE-, se constituyó en estrategias básicas para garantizar la satisfacción de las necesidades energéticas mediante el uso óptimo de las fuentes energéticas, a través de mecanismos de orientación del mercado e incentivos a la innovación tecnológica.

En ese marco, se propusieron las siguientes líneas de acción: 1. Política de precios y subsidios de energéticos; 2. Sustitución de energéticos: penetración de gas natural y gas licuado de petróleo -GLP-, sustitución de gasolina por gas natural comprimido -GNC- y GLP en el sector transporte y sustitución de leña en el sector rural; 3. Gestión de la demanda de energía orientada a modificar los patrones de consumo a través de equipos y prácticas más eficientes, que incluye el apoyo a la cogeneración en el sector industrial; y 4. Acciones de apoyo, que contempla la cooperación técnica para la implantación de la estrategia de Uso Eficiente y Racional de Energía, los estudios de mercado sobre las características del consumo de energía, y la reorientación de la gestión de entidades y fortalecimiento institucional, entre otras.

El Uso Eficiente de la Energía establece que las grandes oportunidades para la optimización de la eficiencia energética en Colombia se pueden lograr mediante el desarrollo o continuación de planes y proyectos con potenciales de ahorro como: el Programa de Normalización, Certificación y Etiquetado de Electrodomésticos (11

normas técnicas ICONTEC7) en refrigeración, iluminación y calentamiento de agua, con un ahorro potencial en el décimo año de 9.300 GWh; la instalación de lámparas eficientes en el sector residencial con un ahorro potencial de hasta 500 GWh en el décimo año; el desarrollo de acciones orientadas a reducir el uso de combustibles fósiles mediante el aumento de la eficiencia en los procesos de combustión y la optimización de los consumos en el sector industrial; y el Plan de Reducción de Consumo de Energía en el Alumbrado Público, directiva nacional del Ministerio de Minas y Energía y del Instituto de Energías Nucleares y Alternativas (1995), que establece como meta el reemplazo de todas las bombillas incandescentes y de las luminarias de mercurio por sus equivalentes de alta eficiencia, con ahorro de 366 GWh de energía al año.

Así mismo, el sector participó en la formulación, concertación y adopción de la Política de Producción más Limpia, aprobada por el Consejo Nacional Ambiental en 1997; y la suscripción de Convenios de Producción más Limpia con los subsectores carbón, hidrocarburos y eléctrico, entre 1996 y 1997, como herramienta de concertación y coordinación de acciones encaminadas a apoyar el control de la contaminación, la adopción de métodos de producción sostenibles y a mejorar la Gestión Pública y Empresarial. Igualmente, se concertaron agendas conjuntas interministeriales en donde se definieron acciones de formulación e implementación de políticas y regulaciones técnicas ambientales, de establecimiento de planes, programas y proyectos conjuntos y de fortalecimiento institucional.

Según el plan de expansión, el sistema eléctrico colombiano ha incrementado de manera permanente su componente térmico. Mientras en 1994 la estructura era 80% hidráulica y 20% térmica, en 1998 era 66% hidráulica y 34% térmica, lo que redujo su vulnerabilidad a la variable hidrológica. Durante el último Fenómeno Cálido del Pacífico (1997-1998) el sector térmico logró aportar cerca de 50% de la generación diaria requerida para atender la demanda, con lo que se ayudó a superar una de las hidrologías más deficitarias de los últimos 50 años. Actualmente, el reto es lograr una mayor coordinación entre los sectores electricidad y gas.

El Plan de Expansión tiene un capítulo sobre consideraciones ambientales donde reitera que la conservación y el mejoramiento de la calidad ambiental en todas las instancias decisorias, procesos productivos e inversiones futuras del sector, es uno de los objetivos básicos de la estrategia integral adoptada por el país. El plan destaca la formulación de políticas ambientales sectoriales lideradas por ECOPETROL, ISA, COCARBON y la UPME. Tanto dentro del Plan de Expansión como en el Plan Energético Nacional se considera que el Mecanismo de Desarrollo Limpio es una importante opción tanto para la modernización del parque de generación térmica existente, como para la expansión futura con tecnologías de punta.

En el análisis de combustibles, el Plan de Expansión incluye además de los combustibles convencionales gas y carbón, la cogeneración, las pequeñas centrales hidroeléctricas y las energías alternativas. En ese sentido, identifica un potencial de

cogeneración de 423 MW (145 MW en los sectores alimentos, bebidas y tabaco, y 98 MW en el sector papel e imprenta) y establece un potencial importante en los sectores hotelero y hospitalario; así mismo, estima un potencial de generación a través de medianas y pequeñas centrales hidroeléctricas (de menos de 100 MW). En relación con el desarrollo de energías alternativas se hace referencia a la energía solar, la eólica y la biomasa, destacando la dendroenergía y la geotérmica.

En cuanto al uso de fuentes de energía alternativas, el documento “Diagnóstico para una Política de Mercados Verdes” del Ministerio del Medio Ambiente establece que la experiencia colombiana con proyectos de generación de energía eléctrica, a partir de fuentes renovables, se concentra en las cerca de 200 pequeñas centrales hidroeléctricas que operan en el país. En los últimos dos años han entrado en operación las centrales hidroeléctricas de Pajarito (4.5 MW) y Dolores (8.5 MW), y se espera que en el año 2001 opere la de Sonsón (9.8 MW).

El mismo documento menciona que el Instituto de Promoción y Planificación de Soluciones Energéticas -IPSE- tiene en estudio proyectos de electrificación rural fotovoltaica por un valor de 1.902'770.900 pesos y planea la construcción de cinco pequeñas centrales hidroeléctricas con un costo de 98'997.300 dólares. Existe una capacidad instalada de módulos fotovoltaicos de alrededor de 3.500 kwp para usos de electrificación rural, residencial y telecomunicaciones, y cerca de 30 empresas en el país que trabajan en el área de energía solar y seis en energía eólica. Ante la UPME se encuentran registrados siete proyectos de pequeñas centrales hidroeléctricas con una capacidad total de 37,25 MW. Existen proyectos propuestos para la generación de energía eléctrica a partir de biomasa (Calamar, en el departamento del Guaviare) y uso de energía eólica (Puerto Bolívar, en el departamento de la Guajira).

Finalmente, en el marco de dicha gestión, está la formulación y concertación del CONPES 3120 *Estrategia para el mejoramiento de la gestión ambiental del sector eléctrico* del 2001, que evalúa y reorienta los instrumentos de mayor incidencia y propone acciones para fortalecer la capacidad institucional y responder a los compromisos ambientales del sector. En el CONPES se recomienda entre otras, la definición de mecanismos financieros para reconversión a tecnologías limpias de proyectos del sector.

## ***ii. Otros Sectores***

En la tabla 3 se señalan las políticas y medidas de otros sectores sobre las emisiones de GEI en el país

**Tabla 3. Políticas y Medidas Sectoriales sobre las Emisiones de GEI**

<b>SECTOR</b>	<b>POLITICA / PLAN / PROGRAMA</b>
<b>SECTOR TRANSPORTE</b>	Plan Energético Nacional – recomienda el desarrollo de acciones para mejorar la eficiencia energética en el transporte público de pasajeros y gestión del tráfico en las principales ciudades del país
	Programa “Pico y Placa” para la restricción del circulación vehicular, adoptado en Bogotá, Manizales y Pereira.
	Programa de “Inspección y Certificación Vehicular” de gases contaminantes.
	Sistema de transporte urbano “Transmilenio”
	Plan de Manejo y Gestión Ambiental de Bogotá 2001-2009
<b>SECTOR FORESTAL</b>	Plan Nacional de Reforestación (1974)
	Política Forestal del INDERENA (1974)
	Política Forestal (1984)
	Plan de Acción Forestal para Colombia – CONPES 2429 (1989)
	Política de Bosques – CONPES 2834 (1996)
	Plan Estratégico para la Restauración y Establecimiento de Bosques en Colombia – Plan Verde (1998)
	Política Estrategias para la Consolidación de un Sistema Nacional de Áreas Protegidas del País (1998)
Plan Nacional de Desarrollo Forestal – CONPES 3125 (2001)	
<b>SECTOR AGROPECUARIO</b>	Agenda conjunta entre el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el Ministerio del Medio Ambiente (15 agendas ambientales para los subsectores)
	Convenios regionales de producción más limpia para los subsectores molinería de arroz (Orinoquia) y avícola (Risaralda y Caldas).
	Estudio del caso sobre el manejo convencional y agro-ecológico del cultivo de la caña de azúcar en el Valle del Cauca por el impacto de las quemadas en la emisión de GEI (Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria, CIPAV)
	Convenio de concertación entre la agroindustria azucarera y el Ministerio del Medio Ambiente para establecer una producción limpia, donde se pactó el desmonte gradual de las quemadas hasta el año 2005 (Ministerio del Medio Ambiente, CVC, CARDER, CRC y ASOCAÑA, 1996)
<b>SECTOR INDUSTRIAL</b>	Política Nacional de Producción más Limpia - MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE 1997 - (incluye a los sectores hidrocarburos, minería, eléctrico, agropecuario, manufactura, transporte y sector doméstico)
	Convenio Marco de Concertación de Producción más Limpia entre diferentes entidades –Ministerios, asociaciones gremiales, empresas - y el Ministerio del Medio Ambiente. Igualmente existen convenios sectoriales y regionales. En este mismo marco se creó en 1998 el Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales
	Red Interinstitucional de Producción Mas Limpia
	Llineamientos de política del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.
<b>MANEJO DE RESIDUOS</b>	Política para la Gestión Integral de Residuos - MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE 1997 (incluye residuos sólidos y semisólidos, peligrosos y no peligrosos).
<b>MITIGACIÓN DE EMISIONES A TRAVÉS DEL MDL</b>	Alternativa de mitigación de emisiones de GEI y una oportunidad para el país para acceder, entre otros, a recursos financieros y transferencia de tecnología. Los avances en este ámbito se desarrollan más adelante bajo el título de oportunidades

### **C. Investigación científica**

Avances en la investigación científica han permitido tener un mejor conocimiento sobre las emisiones de GEI en el país, las opciones de reducción de éstas y por ende la contribución del país al cambio climático. Dentro de los proyectos de investigación relacionados con este tema, se encuentran entre otros:

- Proyecto PNUD-MMA-IDEAM “*Primera Comunicación Nacional de Colombia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*”, 2001. Coordinada y editada por el IDEAM
- Proyecto NCCSAP-Colombia Ministerio del Medio Ambiente-INVEMAR “Definición de la Vulnerabilidad de los sistemas biogeofísicos y socioeconómicos debido a un cambio en el nivel del mar en la zona costera colombiana (Caribe, insular y Pacífico) y medidas de adaptación”. Invemar, 2002
- El estudio de *Evaluación de los flujos de GEI (GEI) y almacenamiento de Carbono en los Llanos Orientales de Colombia y el cálculo de Potencial de Calentamiento Global (GWP) de esta región en las condiciones actuales en un escenario previsto para los próximos 20 años*, realizado por el CIAT en el 2000.
- *Estudio de Mitigación en el Sector Energético Colombiano*, convenio entre el IDEAM y la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes. 2002

Por su parte COLCIENCIAS ha financiado a través de varios de sus programas, proyectos en líneas de investigación que se relacionan con este tema, los cuales se han desarrollado en distintas regiones del país. Sin embargo no se cuenta con un inventario nacional de la investigación realizada en estos aspectos relacionados con el cambio climático.

## **2.2.2. Efectos de las medidas del Protocolo de Kioto sobre las exportaciones de combustibles fósiles**

Colombia es un país rico en combustibles fósiles y la explotación y exportación de éstos es una fuente importante de ingresos para la Estado. Estos recursos económicos se pueden ver afectados por los compromisos de reducción de emisiones de GEI que establece del Protocolo de Kioto para los países desarrollados.

### **2.2.2.1. Los combustibles fósiles a nivel nacional**

#### **A. Producción y reservas de combustibles fósiles**

Las reservas energéticas fósiles no renovables de Colombia incluyen carbón mineral, petróleo y gas natural. En el año 2000 se calculó la existencia de petróleo en 1.972 barriles, que a la tasa de producción del momento representa una reserva para ocho años. Ese mismo año la producción mensual de crudo fue de 684,63 miles de barriles día calendario en promedio. El volumen de exportaciones de petróleo fue de 383,87 miles de barriles por día calendario (UPME, 2001).

En el año 2000 las reservas de gas natural se calcularon en 7.189,5 Giga pies cúbicos (GPC), con una relación reserva/producción de 25,2 años. Para este mismo año el consumo de gas natural en el país fue de 576,6 millones de pies cúbicos día calendario (UPME, 2001).

Las reservas de carbón mineral son de 6.655 millones de toneladas y pueden durar 174 años. En el año 2000 la producción de carbón fue de 38.142 miles de toneladas; el consumo nacional fue de 3.526 miles de toneladas –siendo el sector industrial seguido por el eléctrico los mayores consumidores- y las exportaciones fueron de 35.614 miles de toneladas (UPME, 2001).

### **B. Ingresos generados por la explotación y exportación de combustibles fósiles**

Las regalías por explotación y las divisas por exportación de combustibles fósiles representan para el país una importante fuente de ingresos. En la década de los años 90 el PIB del sector energético creció a una tasa cercana al 5% promedio anual, en comparación con 3.6% promedio anual para el conjunto de la economía. En el mismo período, el petróleo desplazó al café como principal producto de exportación.

En el año 2000 las exportaciones de petróleo y combustóleo “fuel-oil” crecieron en un 52% en relación con el año 1999. Estas exportaciones, por valor de unos US\$5.000 millones representaron el 35% de las exportaciones totales de Colombia (en 1998 fue 20%) y arrojaron un superávit comercial de US\$1.250 millones (CONFIS, 2000).

La producción de hidrocarburos generó en el 2000, \$ 6.1 billones de ingresos para el estado, el doble de lo obtenido en 1999. Estos ingresos adicionales estuvieron representados en las mayores utilidades de ECOPETROL (\$1.5 billones), mayores regalías para el Fondo Nacional de Regalías (\$573 mil millones) y para los municipios y departamentos (\$1.2 billones), así como mayores recursos hacia el Fondo de Estabilización Petrolera (CONFIS, 2000).

Desde hace varios años el petróleo financia el 20% del presupuesto nacional. Cada dólar de variación en el precio del petróleo representa aumento o disminución de \$190 mil millones en los recursos fiscales (CONFIS, 2000).

Respecto al carbón, el valor de las exportaciones por parte de compañías privadas fue superior a los US\$1.000 millones en el año 2000, que equivale a 7% de las exportaciones totales. Ese mismo año el carbón generó \$64.859 millones de pesos (UPME, 2001).

Las regalías por concepto de producción de hidrocarburos y de carbón, que representan el 97% del total de regalías o compensaciones por la explotación de recursos no renovables, son la principal fuente de ingresos para las regiones

productoras. Se estima que el 35% del presupuesto nacional de inversión del año 2001 fue financiado con regalías.

#### **2.2.2.2. Las medidas del Protocolo de Kioto y el mercado internacional de combustibles fósiles**

Teniendo en cuenta que la principal fuente antrópica de emisiones de GEI es la quema de combustibles fósiles, los países desarrollados con compromisos de reducción de emisiones de GEI bajo el Protocolo de Kioto se verán en la necesidad de reducir su consumo de éstos. Por lo tanto el mercado internacional de combustibles fósiles se verá afectado y los países exportadores lo sentirán en sus ingresos por esta fuente.

El análisis del impacto esperado sobre las exportaciones colombianas de carbón, petróleo, y combustóleo “fuel oil” requiere observar el mercado de energéticos en Europa y en Norteamérica. El 75% de las exportaciones de carbón colombiano se destina Europa Occidental y 20% al mercado de Estados Unidos. Cerca del 95% del crudo y el 80% del fuel oil exportado por ECOPETROL se destina a los Estados Unidos.

Los posibles efectos sobre las exportaciones colombianas de carbón están determinados en su mayoría por el consumo Europeo. Europa ha liderado los esfuerzos para mitigar el Cambio Climático Global. Recientemente la Unión Europea ratificó el Protocolo de Kioto comprometiéndose a reducir sus emisiones de GEI en un 24.2% en relación con el año base 1990. Las principales medidas de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> en los países europeos son: cambio de carbón mineral a gas natural para la generación eléctrica, eficiencia en el uso de fuentes energéticas, nuevos impuestos a los emisores e incentivos al uso de la energía renovable. De acuerdo con análisis de ECOCARBON, Europa Occidental reduciría sus importaciones de carbón. Estas reducciones afectan las exportaciones colombianas, pues aproximadamente una quinta parte de las importaciones europeas de carbón térmico por vía marítima provienen de Colombia.

Por su parte el “Estudio de Estrategia Nacional para la Implementación del MDL en Colombia –EEN-” (Ministerio del Medio Ambiente, 2000) considera este aspecto con base en los estudios desarrollados por el Centro de Estudios Económicos en Australia –ABARE<sup>5</sup>- Según este estudio se estima que Colombia vería sus ingresos por exportaciones de carbón reducidas anualmente en US \$145 millones, en el escenario de utilización de los mecanismos de flexibilidad establecidos por el Protocolo de Kioto, por parte de los países desarrollados, y sin éstos, la reducción de ingresos podría ser de US \$203 millones. Los ingresos anuales por exportaciones de petróleo con el uso de mecanismos de flexibilidad se verían reducidos en US \$136 millones, y sin éstos la reducción sería de US \$504 millones. En total la reducción de ingresos

---

5 ABARE – Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics

por exportaciones de combustibles fósiles sería de US \$707 millones anuales, sin el uso de mecanismos de flexibilidad y de US \$281 millones anuales con el uso de éstos.

### **2.2.2.3. Medidas de respuesta permitan contrarrestar los efectos sobre las exportaciones de combustibles fósiles**

En este contexto el EEN postula que el desarrollo de un programa de Carbón Verde por parte de los exportadores colombianos, como una alternativa para colocar al carbón mineral en el mercado<sup>6</sup> y contrarrestar los posibles impactos negativos sobre sus ingresos. Para el desarrollo de esta iniciativa se requiere de un análisis detallado por parte de las empresas exportadoras de carbón. Igualmente el Plan de Desarrollo del Subsector Carbón 1999-2010, considera el desarrollo de un programa de Carbón Verde como una oportunidad para el sector y recomienda integrar esta opción al proyecto de Reforestación en la Zonas Carboníferas del País

### **2.2.3. Oportunidades para el país en virtud de las disposiciones de la Convención y del Protocolo de Kyoto**

Reconociendo el potencial del MDL para generar diversos beneficios para países en desarrollo como lo es Colombia, el Ministerio del Medio Ambiente con apoyo del Banco Mundial realizó el “Estudio de Estrategia Nacional para la Implementación del MDL en Colombia –EEN-” (Ministerio del Medio Ambiente, 2000). Este estudio evalúa el potencial de Colombia frente al nuevo mercado de CRE en términos de los beneficios potenciales y su competitividad; identifica las restricciones que puedan limitar el desarrollo de dicho potencial, y desarrolla líneas estratégicas para superar las restricciones identificadas y maximizar los beneficios potenciales del MDL para el país.

Adicionalmente la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas, y Naturales desarrolló dos estudios en relación con el potencial del MDL en Colombia. El primero es “Opciones para la Reducción de Emisiones de GEI en Colombia” (2000) y el segundo “Portafolio Colombia de Proyectos para el MDL – Sector Energía” (2000). Este último identifica potenciales proyectos relacionados con energías eólico, cogeneración, sustitución de combustibles, sistemas fotovoltaicos.

Los diversos estudios mencionados recomiendan crear una base institucional para el desarrollo del MDL en el país. El Ministerio del Medio Ambiente con apoyo del Banco Mundial trabaja en conformar la Oficina para Proyectos de Mitigación –MDL. La cual tendrá como funciones realizar las actividades relacionadas con proyectos

---

<sup>6</sup> El EEN hace esta recomendación con base en las características del mercado en EE.UU. Hay que anotar que hoy en día el panorama es distinto ya que EE.UU. no hará parte del Protocolo, por lo menos en el mediano plazo.



MDL en términos de aprobación, promoción, capacitación y divulgación y asesoría en la financiación y mercadeo.

### 3. Objetivo de Política

Identificar las estrategias requeridas para consolidar la capacidad nacional necesaria que permita responder a las posibles amenazas del cambio climático; responder a las disposiciones de la Convención y el Protocolo de Kioto, en términos de potencializar las oportunidades derivadas de los mecanismos financieros y cumplir con los compromisos establecidos.

### 4. Estrategias

En la tabla 4 se resumen las estrategias propuestas.

**Tabla 4. Estrategias**

ESTRATEGIA	LINEAS DE ACCION
<b>1. MEJORAR LA CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN A LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar la capacidad de adaptación de zonas costeras e insulares a un posible aumento del nivel del mar</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mejorar la capacidad de adaptación de los agroecosistemas a los posibles impactos del cambio climático</li> <li>▪ Mejorar la capacidad de adaptación de los recursos hídricos a los posibles impactos del cambio climático</li> <li>▪ Mejorar la capacidad de adaptación de los suelos a los posibles impactos del cambio climático</li> <li>▪ Mejorar la capacidad de adaptación a los posibles impactos del cambio climático sobre la salud humana, en especial sobre la ocurrencia de la malaria y el dengue</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formular y presentar proyectos a fondos internacionales como el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF), sobre vulnerabilidad y medidas de adaptación de las distintas áreas y sectores del país.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se recomienda a la Dirección General para la Prevención y Atención de Desastres promover dentro del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, los posibles impactos negativos del cambio climático sobre el territorio nacional.</li> </ul>
<b>2. PROMOVER LA REDUCCIÓN DE EMISIONES POR FUENTES Y ABSORCIÓN POR SUMIDEROS DE GEI.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar el conocimiento sobre las opciones de reducción de emisiones por fuentes y absorción por sumideros de GEI en los distintos sectores del país. Teniendo en cuenta el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas, así como que Colombia no contribuye significativamente a las emisiones globales de GEI, estas opciones deben ser acordes a las prioridades y metas de desarrollo y crecimiento propuestas para el país,             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Desarrollar el escenario base para el país de emisiones de GEI por fuente para el sector energético y transporte</li> <li>○ Desarrollar el escenario base del país de emisiones por fuentes y absorción por sumideros de GEI para el sector agro-forestal</li> </ul> </li> </ul>

ESTRATEGIA	LINEAS DE ACCION
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Evaluar las implicaciones económicas de los efectos del cambio climático frente a la implementación de medidas para reducir la concentración de GEI en la atmósfera</li> <li>• Desarrollar las oportunidades de reducción de emisiones y absorción de GEI <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Evaluar los requerimientos regulatorios necesarios para incentivar y promover proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Para las opciones de energías no convencionales es esencial la participación de los entes que regulan estas actividades en la definición de estas prioridades.</li> <li>○ Promover la transferencia de tecnología</li> <li>○ Desarrollar y consolidar las capacidad nacional para el desarrollo del MDL de acuerdo con las estrategias y actividades determinadas en el <i>Estudio de Estrategia Nacional para la Implementación del MDL en Colombia</i>:</li> <li>○ Fomentar y apoyar el desarrollo de medidas y proyectos que no se enmarcan dentro del MDL</li> </ul> </li> </ul>
<b>3. DISMINUIR LOS IMPACTOS DE LAS MEDIDAS DEL PROTOCOLO DE KIOTO SOBRE LAS EXPORTACIONES DE COMBUSTIBLES FÓSILES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar el conocimiento sobre los posibles efectos negativos de la implementación de las medidas del Protocolo de Kioto sobre las exportaciones de combustibles fósiles</li> <li>• Promover la creación del mercado de “combustibles fósiles verdes”</li> </ul>
<b>4. PROMOVER LA INVESTIGACIÓN Y FORTALECER EL SISTEMA DE INFORMACIÓN EN CAMBIO CLIMÁTICO</b>	<p>Se recomiendan las siguientes líneas de acción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asignar competencia y responsabilidad institucional para la elaboración de la Comunicación Nacional</li> <li>• Desarrollar, sistematizar y actualizar la información sobre el estado de la investigación en los temas relacionados con el cambio climático (investigadores, grupos, centros e institutos generadores de conocimiento, proyectos de investigación en desarrollo y finalizados)</li> <li>• Incluir el tema cambio climático en el desarrollo de las líneas de acción de las estrategias de la Política Nacional de Investigación Ambiental,</li> <li>• Promover la creación dentro de la Red Colombiana de Formación Ambiental, de una red temática para cambio climático</li> <li>• Promover la reactivación de la línea de investigación en cambio climático dentro del Programa Nacional de Ciencias del Medio Ambiente y el Hábitat de COLCIENCIAS</li> </ul>
<b>5. PROMOVER LA DIVULGACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN PÚBLICA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar un programa de comunicación nacional y regional sobre los distintos temas y conceptos asociados al cambio climático, tanto al interior del SINA como por fuera de éste. Esta estrategia debe garantizar el mejoramiento el conocimiento público sobre temas esenciales como:</li> </ul>

ESTRATEGIA	LINEAS DE ACCION
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El fenómeno del cambio climático –sus causas y efectos-               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Promover medidas para prevenir el cambio climático, a través de reducción de emisiones de GEI. Esto enfocado al uso eficiente de los recursos energéticos y uso de fuentes alternativas de energía.</li> <li>- Promover medidas para mejorar la capacidad de adaptación a los impactos.</li> </ul> </li> <li>○ La CMCC y el Protocolo de Kioto y los compromisos que Colombia asumió que son Ley de la República</li> <li>○ Las oportunidades que representa el MDL</li> </ul>
<p><b>6. PROMOVER MECANISMOS FINANCIEROS PARA EL DESARROLLO DE LAS ESTRATEGIAS Y LINEAS DE ACCIÓN DE ESTA POLÍTICA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar un Manual de Fuentes de Financiación para el desarrollo de actividades de investigación y gestión en cambio climático Colombia</li> <li>• Promover un acuerdo interinstitucional para garantizar la destinación de recursos para actividades de investigación y gestión en cambio climático, en la asignación de recursos del Presupuesto General de la Nación y de los administrados por las entidades públicas ambientales.</li> <li>• Diseñar y ejecutar una estrategia de cooperación internacional, con el fin de incrementar y mejorar los procesos transferencia de tecnología y la consecución de recursos financieros y técnicos para la investigación y gestión de actividades en cambio climático en Colombia.</li> <li>• Diseñar e implementar un programa de incentivos fiscales para el fomento de las inversiones del sector privado en actividades de investigación y gestión en cambio climático.</li> <li>• Incluir dentro de las operaciones de crédito externo contratadas para la financiación de la gestión pública ambiental en Colombia, las actividades de investigación y gestión en cambio climático.</li> <li>• Desarrollar el Manual de Procedimientos para la formulación y evaluación de proyectos de investigación ambiental a ser financiados con recursos del Fondo Nacional de Regalías.</li> <li>• Generar un mecanismo para promover la formulación de proyectos de investigación y gestión en cambio climático por parte de las ONGs y grupos de base para ser financiados con recursos del Fondo para la Acción Ambiental.</li> <li>• Promover las convocatorias para financiar proyectos a través de COLCIENCIAS y contrapartidas de otras instituciones.</li> <li>• Promover fondos parafiscales que permitan la formulación ejecución de proyectos</li> </ul>

## 5. Bibliografía

---

Cadena, A. (2000) *Models to Assess the Implications of the Kioto Protocol on the Economy and Energy System of Colombia*, Universite de Geneve

Consejo Superior de Política Fiscal CONFIS (2000) *El Balance Fiscal del Año 2000 y el Alza del Precio Externo del Crudo*, Bogotá D.C.

Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)

Departamento Nacional de Planeación (2001) *Balance Macroeconómico 2001 y Perspectivas para el 2002 – Documento CONPES 3152*, Bogotá D.C.

ECOCARBON (1998) *Plan de Desarrollo del Subsector Carbón 1999 – 2010*, Bogotá D.C

Gonzalez F. y Rodríguez H. (2000a) “Opciones para la Reducción de Emisiones de GEI en Colombia”, Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales – Colección Jorge Alvarez Lleras, No.14, Bogotá D.C.

Gonzalez F. y Rodríguez H. (2000b) *Portafolio Colombia de Proyectos para el MDL- Sector Energía*, Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales – Colección Jorge Alvarez Lleras, No.15, Bogotá D.C.

IDEAM (ed.) (2001) *Colombia Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, Trade Link Ltda., Bogotá D.C.

IPCC (2001) *Climate Change 2001: Synthesis Report, for Policy Makers*

Ministerio de Minas y Energía (2001) *Memorias al Congreso Nacional*, Bogotá D.C.

Ministerio del Medio Ambiente (2000) *Estudio de Estrategia Nacional para la Implementación del MDL en Colombia*, Bogotá D.C.

Ministerio del Medio Ambiente, [www.minambiente.gov.co](http://www.minambiente.gov.co)

Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente- PNUMA (1997) *Climate Change, Information Kit-*

Proyecto NCCSAP-Colombia Ministerio del Medio Ambiente-INVEMAR “Definición de la Vulnerabilidad de los sistemas biogeofísicos y socioeconómicos

debido a un cambio en el nivel del mar en la zona costera colombiana (Caribe, insular y Pacífico) y medidas de adaptación”. Invemar, 2002

Superintendencia Delegada Para Acueducto, Alcantarillado y Aseo (2001) *Evaluación de la Disposición Final de los Residuos Sólidos en Ciudades Capitales*, Bogotá D.C.

Unidad de Planeación Minero Energética UPME (ed), (2001) *Estadísticas Minero Energéticas 1997-2000*, Edición no. 13, Gráficas Ducal Ltda., Bogotá D.C.

Viana E. (1998) “El Protocolo de Kioto y la industria del carbón en Colombia”, *Desarrollo Sostenible*, Edición no. 4, 19-22

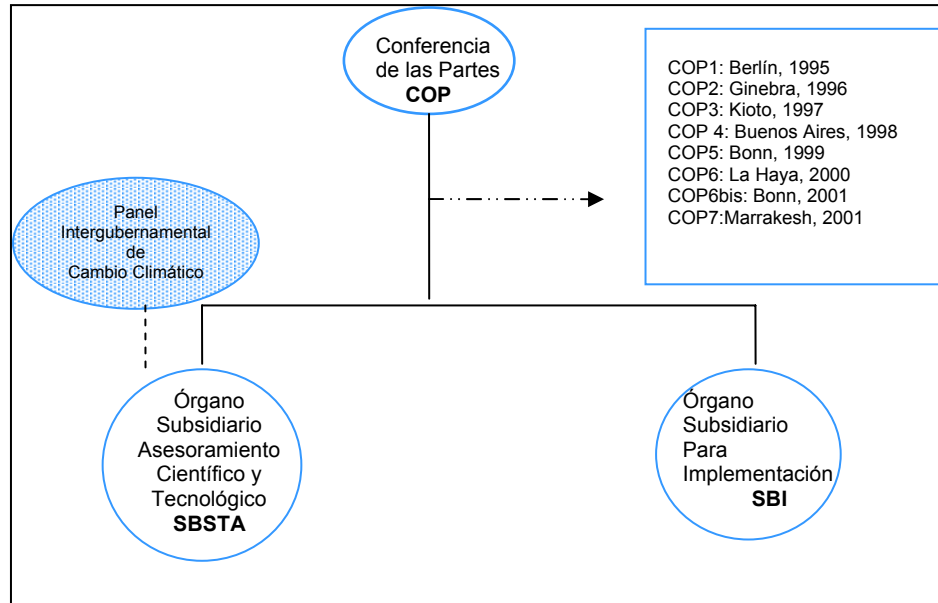
Superintendencia Delegada Para Acueducto, Alcantarillado y Aseo (2001) *Evaluación de la Disposición Final de los Residuos Sólidos en Ciudades Capitales*, Bogotá D.C.

Unidad de Planeación Minero Energética UPME (ed), (2001) *Estadísticas Minero Energéticas 1997-2000*, Edición no. 13, Gráficas Ducal Ltda., Bogotá D.C.

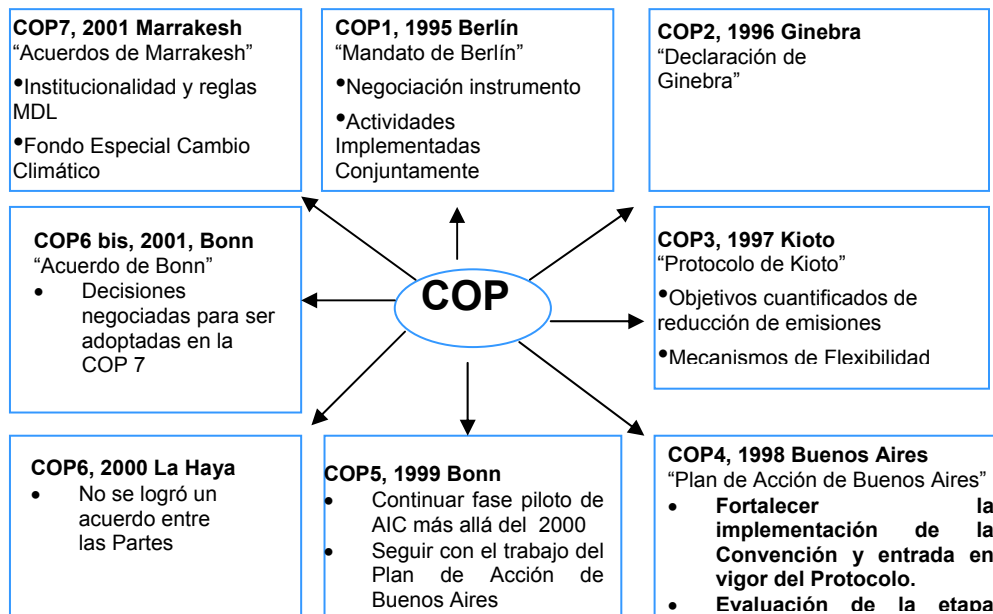
Viana E. (1998) “El Protocolo de Kioto y la industria del carbón en Colombia”, *Desarrollo Sostenible*, Edición no. 4, 19-22

## 6. Anexos

**Gráfica 1. Organos de la Convención Marco de Cambio Climático**



**Gráfica 2. Desarrollos de la Conferencia de las Partes 1995 - 2001**



**Tabla 5. Amenazas por inundación marina en el litoral**

Grado de amenaza y otros efectos	Litoral Caribe		Litoral Pacífico	
	Area (Km <sup>2</sup> )	%	Area (Km <sup>2</sup> )	%
Alta	1192.2	9.8	617.7	2.3
Media-alta	---	---	3121.0	11.8
Media	2331.4	19.1	2772.9	10.5
Baja	2336.0	19.2	2301.4	8.7
Profundización	1338.8	11.0	874.8	3.3
Ascenso nivel freático	2041.3	16.7	132.9	0.5
Sin potenciales efectos	2948.7	24.2	16604.1	62.8
Total	12188.4	100	26424.8	100

Fuente: IDEAM

**Tabla 6. Grado de vulnerabilidad y área de exposición de los elementos naturales**

Tipo	Amenaza						Otro	
	Baja		Media		Alta		Profundización	
	Daño	Km <sup>2</sup>	Daño	Km <sup>2</sup>	Daño	Km <sup>2</sup>	Daño	Km <sup>2</sup>
<b>Litoral Caribe</b>								
Ciénagas salobres							I	981.3
Ciénagas de agua dulce							II	104.6
Zonas pantanosas						I	94	
Arrecife de coral							I	13.5
Cauces de ríos							I	240.7
Playas			III	256.9				
Marismas con salares						II	73.8	
Marismas con salinas						I	57.6	
Marismas con manglar			II	151.1	III	387		
halófitas			I	280.8				
muerto			I	229.6				
<b>Litoral Pacífico</b>								
Bocananas							I	683.7
Marisma con manglar						I	3121	
Cauces de ríos							I	191.1
Playas			II	436.4				

**Tabla 7. Distribución de la población expuesta a la amenaza por inundación en el litoral Caribe**

Elemento expuesto		Distribución de la población expuesta a la amenaza y otros efectos por inundación															
Clase	Tipo	Amenaza								Otros efectos							
		Baja		Media		Alta		Total Amenaza		Profundización		Ascenso del nivel freático		Nulo		Total otros	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Población	Total	780,480	37	151,447	7	309,425	14	1,241,362	58	19,045	1	311,349	15	550,141	26	880,535	42
	Urbana	717,406	37	124,219	7	287,423	14	1,129,043	59			291,828	15	485,173	26	777,001	41
	Rural	63,074	29	27,228	13	22,002	10	112,304	52	19,045	9	19,521	9	64,968	30	103,534	48

Fuente: DANE Censo Nacional de Población-sectores censales, microdatos, Formulario 1- Estimaciones IDEAM

**Tabla 8. Distribución de la población expuesta a la amenaza por inundación en el litoral Pacífico**

Elemento expuesto		Distribución de la población expuesta a la amenaza y otros efectos por inundación																	
Clase	Tipo	Amenaza										Otros efectos							
		Baja		Medio alta		Medio		Alta		Total Amenaza		Profundización		Ascenso del nivel freático		Nullos		Total otros	
		a	%	a	%	a	%	a	%	a	%	a	%	a	%	a	%	a	%
Población	Total	27.335	6	129.441	26	78.241	16	6.260	1	241.277	48	13.219	3	3.107	1	241.367	48	257.693	52
	Urbana	7.387	2	88.600	29	40.268	13	0	0	136.255	44	0	0	0	0	166.902	56	166.902	56
	Rural	19.948	10	40.841	21	37.973	19	6.260	3	105.022	53	13.219	7	3.107	1	74.465	38	90.791	47

Fuente: DANE Censo Nacional de Población-sectores censales, microdatos, Formulario 1- Estimaciones IDEAM

**Tabla 9. Estimación de las Emisiones de GEI y otros gases – 1990 - 94 (Gg.)**

Estimación de las Emisiones totales de GEI y otros Gases- Año 1990 (Gg)

Sectores	Gases de efecto invernadero directo			Otros gases			
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO	NO <sub>x</sub>	COVDM	SO <sub>2</sub>
Energía	46.886,1	268,3	1,3	2.602,5	249,9	394,4	135,5
Procesos industriales	4.744,5	0,2	0,2	2,4	0,9	25,3	6,3
Agricultura	0,0	1.517,2	76,0	2.184,9	44,0		
Cambio del uso de la tierra y silvicult	11.879,8	4,2	0,0	37,0	1,1		
Residuos		173,9	1,9				
<b>Emisión bruta total nacional (Gg)</b>	<b>63.510,4</b>	<b>1.963,9</b>	<b>79,4</b>	<b>4.826,7</b>	<b>295,9</b>	<b>419,7</b>	<b>141,8</b>

Fuente: Ideam, 2001

Estimación de las Emisiones totales de GEI y otros Gases- Año 1994 (Gg)

Sectores	Gases de efecto invernadero directo			Otros gases			
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO	NO <sub>x</sub>	COVDM	SO <sub>2</sub>
Energía	55.351,7	284,4	1,5	2.874,5	289,5	423,6	162,5
Procesos industriales	5.212,3	0,4	0,3	2,9	1,1	29,8	7,8
Agricultura		1.634,3	87,5	2.178,0	43,8		
Cambio del uso de la tierra y silvicult	16.540,0	4,2	0,03	37,0	1,1		
Residuos		193,4	2,0				
<b>Emisión bruta total nacional (Gg)</b>	<b>77.103,9</b>	<b>2.116,7</b>	<b>91,3</b>	<b>5.092,3</b>	<b>335,4</b>	<b>453,3</b>	<b>170,3</b>

Fuente: Ideam, 2001