

Estudio para la construcción de una senda de crecimiento económico bajo en carbono y sus políticas públicas asociadas a la mitigación y adaptación al cambio climático en Colombia, Perú, Bolivia y Nicaragua

Harold Coronado

Haider Jaime

Paloma Gamba



Estudio para la construcción de una senda de crecimiento económico bajo en carbono y sus políticas públicas asociadas a la mitigación y adaptación al cambio climático en Colombia, Perú, Bolivia y Nicaragua

División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos CEPAL
Unidad de Cambio Climático

Santiago de Chile, marzo de 2013



Este estudio forma parte de un conjunto de trabajos sobre los impactos socioeconómicos del cambio climático en América Latina, realizados en el marco del Programa EUROCLIMA con financiamiento de la Comisión Europea. Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de sus autores y pueden no coincidir con las de la Organización, ni reflejar la opinión oficial de los gobiernos de los países, de las instituciones o de los donantes mencionados en el estudio.

Ni la Comisión Europea ni ninguna persona que actúe en nombre de la Comisión se responsabilizan del uso que pueda hacerse de la información contenida en esta publicación. Los puntos de vista expresados en este estudio son de los autores y no reflejan necesariamente los de la Comisión Europea.

Contenido

RESUMEN EJECUTIVO	7
1. INTRODUCCIÓN	8
2. ANTECEDENTES INSTITUCIONALES Y NORMATIVOS	9
2.1. Colombia.....	9
2.2. Perú	10
2.3. Bolivia.....	11
2.4. Nicaragua	12
2.5. Comentarios generales sobre las medidas de adaptación y mitigación.....	12
3. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN	18
3.1. Adaptación en Colombia.....	18
3.2. Adaptación en Perú	19
3.3. Adaptación en Bolivia.....	20
3.4. Adaptación en Nicaragua.....	21
4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN	23
4.1. Mitigación en Colombia.....	23
4.1.1. Sector energético.....	23
4.1.2. Sector transporte	23
4.1.3. Sector agrícola.....	24
4.1.4. Sector industrial	25
4.1.5. Residuos	26
4.2. Mitigación en Perú.....	26
4.2.1. Sector energético.....	26
4.2.2. Sector transporte	27
4.2.3. Sector agrícola.....	28
4.2.4. Sector Industrial	28
4.2.5. Residuos	29
4.3. Mitigación en Bolivia	30
4.3.1. Sector Energético	30
4.3.2. Sector Transporte	31

4.3.3.	Sector Agrícola	31
4.3.4.	Sector Industrial	32
4.4.	Mitigación en Nicaragua.....	32
4.4.1.	Sector Energético	32
4.4.2.	Sector Transporte	33
4.4.3.	Sector Agrícola	33
4.4.4.	Sector Industrial	33
5.	CONSIDERACIONES DE POLÍTICA PÚBLICA.....	34
6.	CONCLUSIONES	35
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

RESUMEN EJECUTIVO

El cambio climático por sus impactos económicos, sociales y sobre la biodiversidad constituye uno de los principales retos globales de este siglo (IPCC, 2007; Stern, 2007). América Latina por su alta vulnerabilidad al cambio climático y, a pesar de contribuir en términos relativos poco a las emisiones globales, requiere realizar medidas de adaptación y de mitigación de sus emisiones, que le permita transitar hacia una senda de crecimiento bajo en carbono. En este contexto, este trabajo tiene por objetivo identificar las estrategias de mitigación y adaptación más utilizadas en Perú, Bolivia, Colombia y Nicaragua, que contribuyan a generar una senda de crecimiento económico baja en emisiones de carbono.

Las medidas que han sido adoptadas por los cuatro países acorde a sus características sociales, económicas y geográficas. Así, de acuerdo con las experiencias de los cuatro países analizados es posible establecer que las medidas de adaptación se enfocan en inversiones en infraestructura para reducir los impactos de eventos de desastre. Ello incluye infraestructura vial, redes de conducción de acueducto y alcantarillado, vivienda, entre otros. Los eventos como deslizamientos, inundaciones y sequía, pueden ser focalizados en regiones específicas o generalizados a nivel de los países.

Por su parte, las medidas en mitigación se enmarcan en el sector energético en lograr mayor eficiencia energética, una matriz energética con componentes que generen bajos niveles de contaminación o basada en fuentes renovables, estrategias encaminadas a la sustitución de combustibles fósiles por fuentes de energía menos contaminantes, sustitución de focos incandescentes por focos ahorradores. En el sector transporte los incentivos se centran en promover el uso de gas natural y mejorar los sistemas de transporte masivo. Se destacan también los programas de reforestación y reducción de la deforestación para reducir las emisiones.

Persiste aun la necesidad de que los países ajusten sus regulaciones a las nuevas realidades del cambio climático para reducir sus causas e impactos, cambiar la débil utilización de instrumentos económicos para desincentivar e internalizar los costos de la contaminación, implementar incentivos financieros y tributarios a fin de contribuir a la adopción de tecnologías limpias por parte de los sectores transporte, energía, industria, minero, entre otros.

1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático tiene importantes efectos económicos, sociales y sobre la biodiversidad (IPCC, 2007; Stern, 2007; CEPAL, 2009 y 2010). Estos impactos hacen que el cambio climático sea uno de los principales retos para los gobiernos en este siglo. La magnitud y la tendencia de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (GEI) muestran que para evitar un aumento mayor a 2°C será necesario hacer transformaciones substanciales en los patrones de producción, distribución y consumo (CEPAL, 2009).

América Latina y el Caribe, a pesar de que en términos relativos contribuye poco a las emisiones globales de GEI, es una región altamente vulnerable a los efectos cambio climático; por ejemplo, a eventos climáticos extremos, reducción de la disponibilidad del recurso hídrico y generación de energía, amenazas sobre la biodiversidad, entre otros (CEPAL/BID, 2010), por lo tanto se requieren inversiones en adaptación que minimicen los impactos dañinos sobre la población y asimismo, acciones que contribuyan a la mitigación de sus emisiones, que le permita transitar hacia una senda de crecimiento bajo en carbono.

En este contexto, el presente trabajo tiene por objetivo identificar, a nivel agregado, las estrategias y políticas públicas de mitigación y adaptación más utilizadas y/o con mayor impacto en Perú, Bolivia, Colombia y Nicaragua, que contribuyan a generar una senda de crecimiento económico baja en carbono. El documento está estructurado en seis secciones. El primer capítulo es esta introducción. En el segundo capítulo se presenta de manera breve y resumida los antecedentes institucionales, normativos y de política para cada uno de los cuatro países objeto de estudio y aquellos que tienen en común. En el tercer capítulo se lleva a cabo una revisión y descripción de las medidas de mitigación o las líneas estratégicas para reducir las emisiones de GEI en Perú, Bolivia, Colombia y Nicaragua, tomando como eje los sectores de energía, transporte, industria, agrícola y residuos. El cuarto capítulo presenta las estrategias y medidas de adaptación que se consideran en cada uno de los cuatro países analizados. En el quinto capítulo se presentan algunas consideraciones y reflexiones de política y finalmente se dan a conocer las conclusiones.

2. ANTECEDENTES INSTITUCIONALES Y NORMATIVOS

El fortalecimiento de las instituciones y de las normas que regulan el comportamiento y las actividades de los agentes económicos, a pesar de las distintas realidades políticas, económicas y tecnológicas que existen a nivel global y regional, pueden dar luces de la preparación de los países para enfrentar el cambio climático, las acciones específicas implementadas y de la efectividad y eficiencia de las medidas. A continuación se presenta de manera breve la estructura institucional relacionada con cambio climático en cada uno de los países analizados.

2.1. Colombia

El pilar normativo en Colombia es la Constitución Política de 1991, donde aparece una amplia institucionalidad ambiental. Con base en esta, la Ley 99 de 1993 reorganizó el Sistema Nacional Ambiental, y creó el Ministerio de Ambiente. Mediante la Ley 164 de 1994 se aprobó que Colombia hace parte de la CMNUCC y luego con la Ley 629 del 2000 se ratificó el Protocolo de Kyoto. En el año 2002, en el marco de CMNUCC, se establecieron los principales lineamientos de política de cambio climático y se creó la Oficina para la Mitigación del Cambio Climático, dependiente directo del Vice-ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible cuyas funciones fueron modificadas en el Decreto 3570 de 2011.

En el actual Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2010-2014, se propone la creación del Sistema Nacional de Cambio Climático y que en los instrumentos de política se abarquen las variables de cambio climático. Este PND propone procurar que el país se mantenga por una vía de crecimiento con bajas emisiones de carbono, sin detener el desarrollo del país; esto es, desacoplar la productividad a las emisiones de GEI (DNP, 2011). Esta institucionalidad ha facilitado la aplicación de ciertas medidas. Por ejemplo, Colombia cuenta con un portafolio de proyectos bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (CDM) conformado por 152 proyectos, donde el sector industrial tiene el mayor número de proyectos con 58, seguido por el sector energético con 39. La reducción anual de emisiones por los 152 proyectos es de 19,44 millones de toneladas de CO₂ (MAVDT, 2010).

A través del Decreto 4819 de 2010 se creó el Fondo de Adaptación con el fin de recuperar y reconstruir las zonas afectadas por la ola invernal del 2010. El presupuesto final del Fondo de Adaptación es de 5,1 millones de dólares y entre sus principales estrategias se encuentran: (i) asignación eficiente de los recursos, (ii) gestión del riesgo, (iii) participación comunitaria, (iv) seguimiento y control y, (v) fortalecimiento institucional y del talento humano, a través de la implementación de un sistema integrado de gestión.

2.2. Perú

La Constitución Política de Perú, promulgada en el año 1993, señala el derecho de todos los ciudadanos a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida. La Participación de Perú ante la CMNUCC fue aprobada mediante la Resolución Legislativa N°26185 de 1993. Este mismo año se creó la Comisión Nacional de Cambio Climático mediante la Resolución Suprema N°359-96-RE con el fin de coordinar la implementación de la CMNUCC. Perú ratificó el Protocolo de Kyoto en 2002 mediante el Decreto Supremo N°080-2002. A través del Decreto Legislativo N°1013 de 2008 se creó el Ministerio de Ambiente. Con este mismo Decreto Legislativo N°1013 se estableció la creación de la Dirección General de Cambio Climático, dependiente del Vice-ministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales, con la función de ser la autoridad nacional respecto a los compromisos adquiridos con la CMNUCC y además implementar y coordinar la Estrategia Nacional del Cambio Climático.

Perú cuenta con el Fondo Nacional del Ambiente donde se desarrollan 27 proyectos, que apuntan a la reducción de GEI en 53 millones de toneladas en un periodo de 20 años. Se encuentran proyectos de forestación, reforestación y de reducción de la deforestación, de transporte, energía y manejo de residuos. En el mercado del carbono Perú tiene 234 proyectos MDL, de los cuales 176 corresponden al sector energético con una reducción potencial de 26.912 millones de toneladas de CO₂ al año, 58 del sector forestal (forestación, reforestación y reducción de la deforestación) con un potencial de reducción de 65.5 millones de toneladas de CO₂ en 20 años.

En adaptación destaca en Perú el énfasis sobre cinco aspectos fundamentales: (i) disponibilidad de información, (ii) desarrollo de investigaciones para generar conocimiento, (iii) fortalecimiento de capacidades técnicas, (iv) diseño de políticas públicas; y (v) fuentes de financiamiento (MINAM, 2010).

2.3. Bolivia

En Bolivia la regulación del medio ambiente en términos generales consta de una ley y varios decretos supremos. La ley N°1333 de 1992 estableció la creación de la Secretaria Nacional del Medio Ambiente. Específicamente al cambio climático existen dos leyes y dos decretos supremos. La Ley N°1576 del 25 de julio de 1994 mediante la cual el Gobierno ratifica la CMNUCC; la Ley N° 1988 del 22 de julio de 1999 mediante la cual se ratifica el Protocolo de Kyoto. El Decreto Supremo N°25030 con el que se instituye el Programa Nacional de Implementación Conjunta y el Decreto Supremo N°25558 que da origen al Consejo Interinstitucional del Cambio Climático que tiene entre otras las funciones de diseñar estrategias y políticas nacionales respecto al cambio climático y promover estrategias para enfrentar efectos adversos del cambio climático. El Ministerio de Medio ambiente y Agua fue creado en 2009 mediante el Decreto Supremo N°29894 y en su estructura se creó el Vice-ministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos, del cual depende la Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos. Bolivia ha presentado varias propuestas para proyectos MDL; sin embargo, solo cinco proyectos recibieron carta de aprobación (MMAyA, 2009).

Bolivia cuenta con el Proyecto Regional Andino de Adaptación (PRAA) al Cambio Climático, el cual tiene como uno de sus objetivos principales detener la disminución de la capa de hielo de los glaciales (Rada, 2006). El PRAA tiene principalmente tres proyectos de adaptación: (i) Manejo Integrado de la cuenca Tuni-Condoriri, (ii) Manejo piloto integrado de las micro-cuencas afectadas por la retracción de los glaciares y (iii) Adaptación participativa para la construcción de defensivos en el río La Paz, sector Huayhuasi y el Palomar. De igual manera, desde 2007 Bolivia cuenta con el Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático donde se establecen los objetivos frente al cambio climático: Disminuir la vulnerabilidad país ante el cambio climático y fomentar los planes para la adaptación al cambio climático, para lo cual se establecieron cinco programas de acción: la adaptación de los recursos hídricos, la adaptación de la seguridad y soberanía alimentaria, la adaptación sanitaria, la adaptación de los asentamientos humanos y la gestión de los diferentes riesgos, y por último la adaptación de los ecosistemas (MPD, 2007).

2.4. Nicaragua

En 1993 Nicaragua desarrolló el Plan de Acción Ambiental (PAA-NIC), instituido por Acuerdo Presidencial 261-93 (Oficialización del Plan de Acción Ambiental). En 1996, se aprobó la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales que contiene los lineamientos para la conservación, protección y preservación del medio ambiente con todos sus componentes; uno de sus logros fue pasar de tener un Instituto de Recursos Naturales (IRENA) a tener un Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), ente encargado de los temas ambientales, a un nivel de toma de decisiones de máxima instancia. En la estructura orgánica del MARENA, se encuentra la Dirección General de Cambio Climático, creada en 2009 para el manejo de los asuntos específicamente relacionados con el cambio climático, como entidad dependiente de la dirección superior del ministerio. Desde 2012 Nicaragua cuenta con la Estrategia de la Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN) Frente al Cambio Climático, con la que se podrán ejecutar acciones de mitigación y adaptación acorde al desarrollo de la región, que disminuyan los efectos del cambio climático fomentando (CRAAN-GRAAN-CCFA, 2012).

En adaptación al cambio climático en Nicaragua se destaca la importancia de disponer de un sistema información sobre los fenómenos meteorológicos. Las principales actividades en materia de adaptación están enfocadas en los sectores energía, recurso hídrico y bosques (MARENA, 2003).

2.5. Comentarios generales sobre las medidas de adaptación y mitigación

Una síntesis de las principales medidas de adaptación y mitigación para estos países se presenta en el Cuadro 1. Este Cuadro permite identificar que existen medidas similares en todos los países en particular atendiendo a la preocupación por los procesos de adaptación en la agricultura, a proyectos REDD, la eficiencia energética, el transporte o el desarrollo de energías renovables. Sin embargo, destaca que algunas de las propuestas en adaptación son aún muy generales.

Cuadro 1

		Colombia	Perú	Bolivia	Nicaragua
Adaptación	Energía	Prevenir la disminución del recurso hídrico como fuente de energía. Controlar los ciclos de generación energética para evitar desabastecimiento.	Pilares de política para la adaptación: información, investigación, observación sistemática, fortalecimiento de capacidades educación y sensibilización	Alternativas energéticas ante cambios en el suministro de fuentes hidroeléctricas	Necesidad de tener un buen sistema de registro y monitoreo de los fenómenos meteorológicos. Proteger los bosques aledaños al recurso hídrico
	Transporte	Mejoramiento de la infraestructura vial para evitar deslizamientos que perjudiquen el transporte de alimentos y dejen zonas incomunicadas.	Mejoramiento de la infraestructura.	Construcción de represas donde sean necesarias	Aplicar medidas acorde a los estudios realizados de eficiencia en los automóviles.
	Agricultura	Seguros agrícolas que transfieren el riesgo de los agricultores al gobierno. Cambios en la planeación de las cosechas. Modificar los sistemas de drenaje de los cultivos. Proyectar la construcción de diques y barreras en las zonas costeras	Mejorar el Sistema Nacional de Observación del clima. Aumento de la planificación territorial. Asesoramiento técnico.	Mitigación de los efectos de la sequía en fincas para la seguridad alimentaria. Recuperación de especies Nativas en las praderas de los Ayllus. Manejo del recurso hídrico y de las tierras	Prevenir la contaminación del recurso hídrico por actividad agropecuaria. Diversificación de los cultivos acorde al clima. Evitar cultivos migratorios y la ganadería extensiva.
	Industria	Transferencia de tecnologías a los pequeños productores. Creación de plantas de cogeneración y trigeneración.	Mejorar la tecnología aumentando la financiación al sector industrial.	Mayor control para prevenir la contaminación. Importancia del control químico como una medida de adaptación.	Prevenir la contaminación del recurso hídrico por desechos provenientes de industrias.

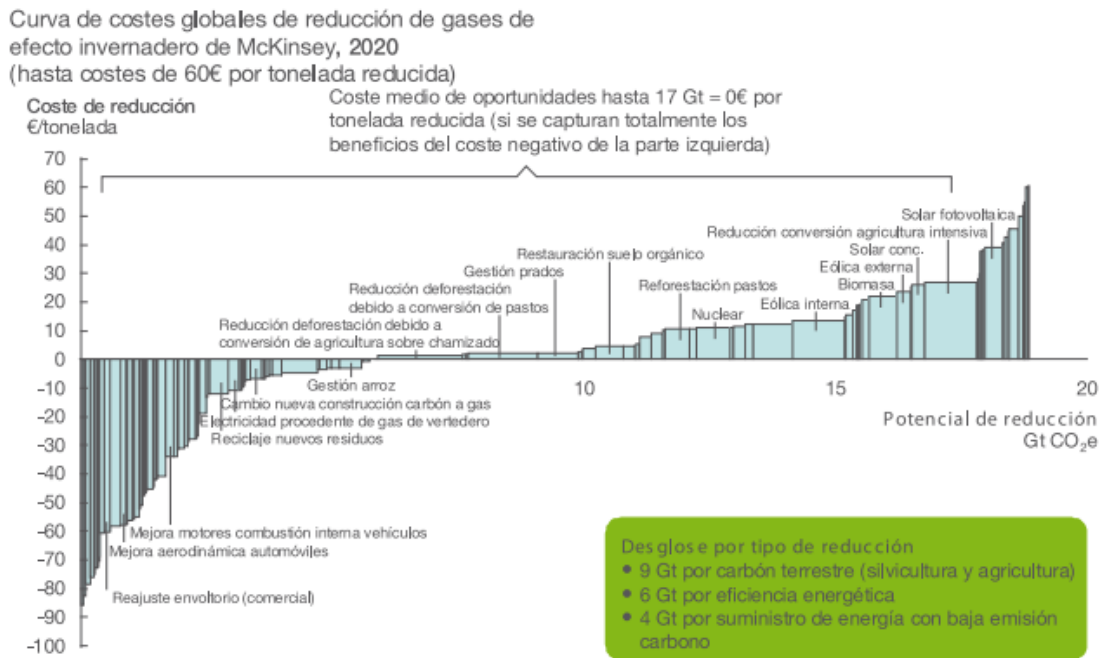
		Colombia	Perú	Bolivia	Nicaragua
Mitigación	Energía	Sustitución de energía de fuentes fósiles. Aparatos domésticos eficientes. Incrementar uso de biocombustibles	Promoción de hidroeléctricas, energía eólica, solar y geotérmica. Programa de Biocombustibles: Producción de plantas oleaginosas y comercialización de aceites vegetales como sustituto del diesel.	Implementación de Focos ahorradores. Fomento de la Hidroelectricidad: construcción de nuevas hidroeléctricas. Cambio de diesel y biomasa a energía proveniente de hidroeléctricas. Aumentar el consumo de gas natural residencial.	Sustitución de lámparas incandescentes por lámparas fluorescentes compactas. Reducción del consumo de combustibles fósiles. Progresar en la generación de energía eólica como una fuente alternativa de la energía eléctrica. Fomento del uso de biodigestores para gas de uso doméstico.
	Transporte	Manejo integral de la demanda de transporte. Reducción del consumo de gasolina. Sistemas de transporte masivo que consuman diesel limpio iniciativa de Ecopetrol. Incentivos al uso de gas natural vehicular desde 1991. Fomento de transporte no motorizado como la bicicleta.	Eficiencia en el transporte público. Aumento de vehículos híbridos. Mejorar el sistema de carreteras.	Fomento de la utilización de gas natural comprimido para los vehículos. Renovación del parque automotor.	Mejorar la eficiencia de los vehículos (más kilómetros por galón).
	Agricultura	Fomento de la reforestación comercial mediante la emisión de Certificados de Incentivo Forestal. Programa Familias Guardabosques (erradicación cultivos ilícitos). Fortalecimiento estrategias REDD.	Proyecto especial Conservando Juntos. Fortalecimiento iniciativas REDD.	Reducción de emisiones por deforestación. Búsqueda de alternativas a la agricultura migratoria. Reforestación de zonas afectadas	Fomentar el uso de biodigestores para el manejo de residuos. Disminución de emisiones por fermentación entérica. Protección de Bosques. Restricciones a la deforestación y al uso de tierras con propensión a ser áreas forestales para la ganadería.

	Industria	Reducción de consumo, plantas de cogeneración y trigeneración, eficiencia en iluminación	Fomento de la producción con energías limpias. Uso de materias primas con menos carbono.	Aumento de la regulación en cuanto a contaminación hídrica. Mejoramiento de procesos productivo y uso de tecnología de punta.	Renovación de equipos por unos con menor consumo energético. Uso eficiente de equipos.
--	-----------	--	--	---	--

Fuente: Elaboración del autor a partir de las comunicaciones nacionales de los países.

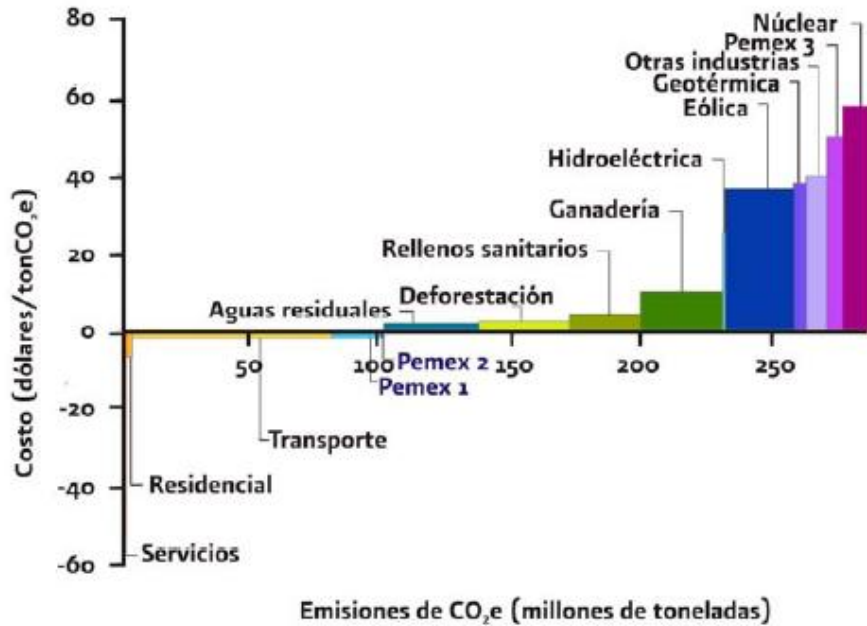
Este conjunto de medidas, en especial en los procesos de mitigación, deben de contrastarse con su viabilidad económica. Por ejemplo, las curvas de costos de abatimiento (MAC) permiten identificar las opciones que aparecen con un mayor beneficio económico potencial no obstante las restricciones que contienen ante modificaciones en los precios relativos o las políticas públicas aplicadas. Un ejemplo de estas opciones de política pública se sintetiza en las Gráficas 1, 2 y 3 que incluyen las opciones económicas de MAC a nivel global, para México y Colombia respectivamente. En ellas se observa que las opciones con mayor beneficio económico se concentran en transporte y eficiencia energética.

Gráfica 1
Curva de costos marginales de reducción de emisiones mundiales al 2020



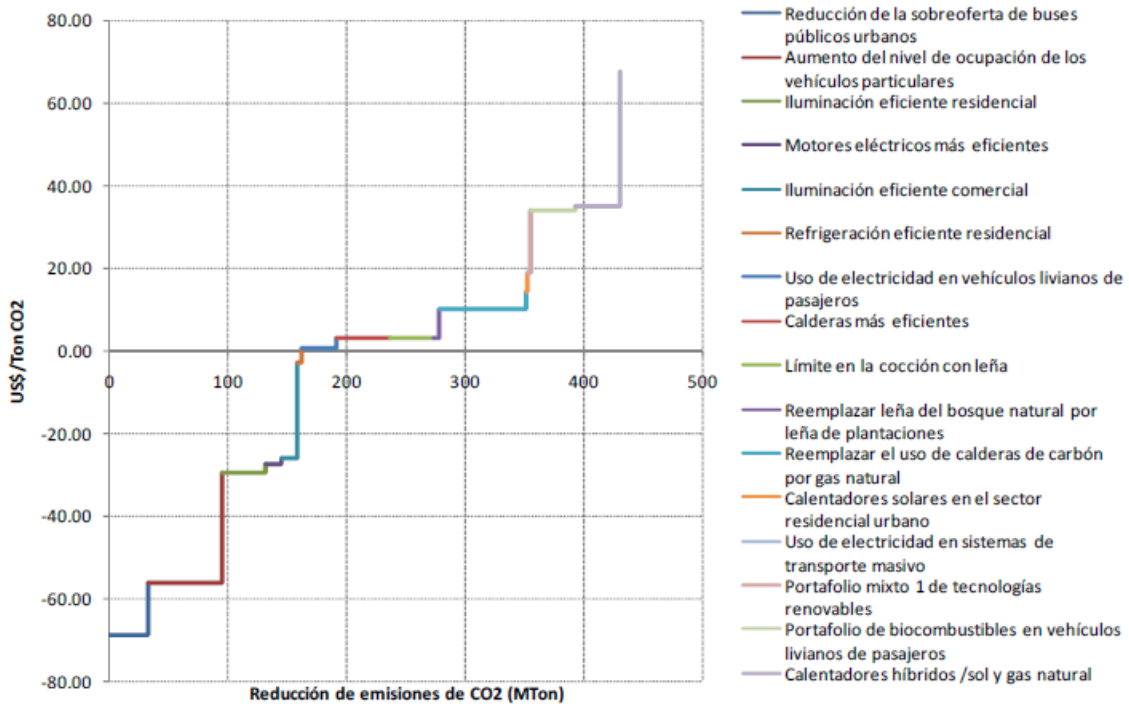
Fuente: McKinsey (2009). *Curva de costos de reducción de los gases efecto invernadero mundiales v2.0*. Febrero de 2009.

Gráfica 2
Curva de costos marginales de reducción de emisiones en México al 2020



Fuente: Quadri, (2008). En: Galindo, L.M. *La Economía del cambio climático en México*, D.F. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2009

Gráfica 3
Curva de costos de abatimiento de GEI del sector industrial en Colombia al 2030



Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Universidad de los Andes, CEDE, Facultad de Economía (2011). *Curva de costos de abatimiento de los gases de efecto invernadero GEI y potenciales de mitigación en el sector industrial colombiano*. Febrero de 2011.

3. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

La adaptación al cambio climático es el ajuste de los sistemas naturales o humanos, en respuesta a los estímulos climáticos, que minimizan el posible daño ocasionado por estos cambios o que potencian sus efectos positivos (IPCC, 2007). De esta manera, la adaptación implica un proceso de ajuste sostenible y permanente en respuesta a las nuevas condiciones climáticas.

3.1. Adaptación en Colombia

De acuerdo con la Segunda Comunicación Nacional ante la CMNUCC en Colombia el 64% de la matriz energética es de carácter hidráulico, lo que constituye un riesgo por el potencial cambio en los sistemas hídricos. Las afectaciones se pueden presentar por el aumento en la temperatura que genera disminución de los recursos o por los cambios en frecuencia y cantidad de lluvias, modificando los ciclos de generación energética, como lo ocurrido con el fenómeno de La Niña y El Niño llevando a problemas de abastecimiento energético. El sector agrícola también tiene especial importancia por ser el de mayor vulnerabilidad ante el cambio climático y podría resultar afectado dados los escenarios planteados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) (IDEAM, 2009). Así, el gobierno nacional busca disminuir el riesgo de los agricultores transfiriendo parte del riesgo mediante seguros, refinanciación de deudas y compensaciones entre otras. Estas iniciativas parten principalmente del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) que financia más de 14 proyectos de adaptación y mitigación al cambio climático (IDEAM, 2009). Frente a los escenarios identificados por el IDEAM en sus comunicaciones, las medidas de adaptación propuestas son:

- Inversión en una extensa evaluación de impacto por parte de los gremios y sectores productivos, desarrollo de tecnologías junto con entidades gubernamentales e internacionales para evaluarlas y posteriormente transferidas a los productores.
- Creación de subsidios por parte de la oficina de adaptación al cambio climático del Ministerio, con el apoyo del Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER), para los agricultores pequeños. Con estos subsidios se busca que los pequeños agricultores se unan y usen sus asociaciones para formular proyectos que mejoren sus sistemas productivos.

- Fomento de la transferencia de tecnologías a los pequeños productores, apoyados en los centros de extensión de universidades y oficinas gubernamentales, para así crear un puente entre los grandes productores, pequeños agricultores y centros de investigación.
- Generación de sistemas de seguros agrícolas para pequeños agricultores de todos los sectores, pero sobre todo para café, musáceas, maíz y arroz seco manual (IDEAM, 2009).

Existen también medidas de adaptación específicas a nivel subregional que incluyen: cambios en la planeación de las cosechas para que no se presenten problemas de abastecimiento en los mercados ni inestabilidad en los precios; modificar los sistemas de drenaje de los cultivos para aumentar su capacidad de riego y para lograr una mayor y mejor distribución de la irrigación suplementaria; para algunos cultivos como el café se usaran determinadas especies forestales para dar sombra y generar una disminución en el efecto de aumento de temperatura; proyectar la construcción de diques y barreras en las zonas costeras para que el agua salina no entre a los cultivos; para la prevención y control de plagas se va a enfocar la investigación en variedades tolerantes o resistentes a las principales afecciones; asimismo, se deben establecer prácticas de manejo adecuadas para evitar la degradación y desertificación del terreno (IDEAM, 2009).

3.2. Adaptación en Perú

El plan de adaptación al cambio climático en Perú tiene 5 pilares: información, investigación y observación sistemática; fortalecimiento de capacidades, educación y sensibilización; políticas, marco legal e instrumentos; tecnología; y financiamiento (MINAM, 2010). De acuerdo con el MINAM, (2010), a nivel nacional es fundamental:

- Mejorar el Sistema Nacional de Observación del clima para estudiar los posibles escenarios de cambio climático, aplicar modelos y hacer un análisis profundo que permita prever daños y estar preparados para los efectos del cambio climático.
- Estudiar los potenciales costos y anticipar el nivel de financiamiento requerido.
- Integrar las medidas de adaptación a las políticas públicas para asegurar presupuesto.
- Darle prioridad a la conservación de zonas más frágiles y vulnerables,
- Fomentar programas de adaptación en turismo, acuicultura y planificación territorial.

- Las medidas regionales son básicamente el apoyo y asesoramiento técnico a las comunidades en la elaboración estudios y la evaluación de los impactos del cambio climático con énfasis en aspectos sociales.

3.3. Adaptación en Bolivia

Las principales medidas de adaptación asumidas por el gobierno de Bolivia, sintetizadas en el Plan Quinquenal (2012) se resumen en la Tabla 1. En ella se muestra la entidad encargada de la realización del proyecto de adaptación y la descripción de cada uno de los componentes.

Tabla 1
Medidas de adaptación 2007

Nombre	Entidad Ejecutora	Descripción
Mitigación de los efectos de la sequía en fincas para la seguridad alimentaria	Centro de Promoción Agropecuaria Campesina CEPAC	10h de cultivo de árboles frutales y hortalizas con sistema de riego por goteo
		3 reservorios de agua de 30m cúbicos cada uno
Alternativas de manejo y aprovechamiento de recursos naturales para reducir los efectos de cambio climático	Centro de servicios y acompañamiento técnico CESAT	Construcción de 2 presas de tierra con 2 reservorios para un total de 45.000 m cúbicos de almacenamiento
		Establecimiento de 13.5 h de parcelas de cultivo con riego complementario
		Reforestación de 6h con pino y eucalipto
Recuperación de especies Nativas en las praderas de los Ayllus	Consejo de Desarrollo de Comache (CODECO)	Recolección de semillas nativas y abono, construcción de Zanjas de infiltración, construcción de diques
		Recuperación de 20h de suelo erosionado o degradado
		Aplicación técnicas de conservación en 202.8 h
Evaluación de la vulnerabilidad y capacidad de adaptación al cambio climático del municipio Chipayas	Centro de estudios "Naturaleza y Comunidad"	Caracterización integral del municipio Chipaya como región de alta vulnerabilidad ante el cambio climático
		Elaboración de planes locales de adaptación al cambio climático incluyendo sistemas agropecuarios y agroforestales, fortalecimiento estructura sociocultural y salud pública
Validación de técnicas de micro captación de aguas de lluvia y microclima para la reforestación en el municipio de Curahuara de Carangas en Oruro	Facultad de ciencias agrícolas, pecuarias y veterinarias, Universidad Técnica de Oruro	Incremento de la disponibilidad de agua para la producción agrícola familiar
		Implementación de masas boscosas en áreas comunales para un total de 10h
Capacitación e investigación comunitaria en cambio climático	Centro de Culturas Originarias de Kawsay	Recuperación de tecnologías de adaptación al cambio climático por parte de pueblos originarios basándose en su identidad
		Formulación de 3 proyectos piloto de adaptación.

Fuente: (Plan Quinquenal/PNCC, 2007)

Destaca en el sector energético que es fundamental tener conocimiento sobre alternativas energéticas ante cambios en el suministro de fuentes hidroeléctricas (MPD, 2007). Esto es, se considera que la población se vería afectada en el caso en que la cantidad de agua disponible disminuyera, ya que el 80% de la electricidad en este país viene de hidroeléctricas (Aparicio, 2010).

La adaptación en el sector agrícola se realizará a través de: (i) manejo del recurso hídrico y de las tierras, teniendo en cuenta los tiempos de cosecha para lograr una mayor eficiencia, (ii) incentivos para el desarrollo de investigaciones de especies genéticamente modificadas que logren una mejor adaptación, (iii) cambio en las temporadas de pastoreo y cambios en los tipos de ganado en ciertas zonas.

En cuanto a los bosques la principal meta es la conservación de la diversidad biológica para lo cual las medidas de adaptación son: un aumento en la protección de las áreas de reserva, disminuir la fragmentación de bosques, reforestar, identificar cuáles son las especies menos perjudicadas con el cambio climático y evitar al máximo las técnicas de cosecha que tienen impactos negativos severos. Para la adaptación a la sequía se tuvieron en cuenta medidas como un mayor control para prevenir la contaminación, la construcción de represas donde sean necesarias y tener sistemas controlados para el riego de los cultivos (MDSyP, 2001).

En el sector industrial es fundamental para la adaptación desarrollar tecnologías que permitan un uso intensivo del agua (MPD, 2007). También se estableció para la industria la importancia del control químico como una medida de adaptación y la necesidad de cambios en la productividad usando tecnologías más limpias y una producción más eficiente (MMyA, 2000).

3.4. Adaptación en Nicaragua

Las medidas de adaptación en Nicaragua incluyen la necesidad de tener un buen sistema de registro y monitoreo de los fenómenos meteorológicos (MARENA, 2003).

Por su parte, en el sector energético las medidas de adaptación se concentran básicamente en:

- La conservación del recurso hídrico, por ser particularmente sensible ante el cambio climático.
- Proteger los bosques aledaños al recurso hídrico y prevenir la contaminación del mismo por desechos provenientes de industrias, residenciales o resultado de la actividad agropecuaria.
- Promover el desarrollo de energía de fuentes renovables como la solar y eólica.

En el sector agrícola las medidas de adaptación que se consideran son:

- Preservación del terreno de cultivos aumentando su productividad.

- Diversificación de los cultivos acorde al clima, tipo de suelo y donde los costos de producción son muy altos y no alcanzan a ser cubiertos, fomentar y promover agro negocios.
- Evitar los cultivos migratorios y la ganadería extensiva (MARENA, 2009).
- Fomentar el uso de semillas modificadas genéticamente que generan mejores resultados de la producción (MARENA, 2003).

Las principales estrategias para la adaptación en el sector de recurso hídrico, por los riesgos que conlleva el cambio climático son:

- Generar el escenario óptimo de capacidades nacionales y locales para la adaptación del recurso hídrico.
- Implementar un sistema de monitoreo que establezca los cambios en el recurso hídrico para los diferentes cambios en el clima.
- Fomentar la realización de investigaciones que evalúen la vulnerabilidad de las regiones.
- Tener en cuenta las proyecciones sobre el cambio climático en la realización y diseño de nuevas obras y la mejora de las existentes.
- Idear instrumentos para alertar ante problemas en la seguridad hídrica por cambios en el clima.

En el sector de bosques se estableció la necesidad de tener la gobernanza forestal como una importante medida de adaptación.

Para la pesca la principal línea estratégica es el adecuado manejo del recurso pesquero evitando su agotamiento y teniendo en cuenta el efecto de cambios en la temperatura del agua.

4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

4.1. Mitigación en Colombia

4.1.1. Sector energético

En Colombia el Plan Energético Nacional presenta las necesidades energéticas, indica como pueden ser cubiertas y muestra además la responsabilidad del sector energético en el cambio climático atendiendo a las emisiones de GEI. Los principales proyectos que apuntan a la reducción de emisiones en el sector energético se enfocan en la promoción de eficiencia energética y mayor aprovechamiento de los recursos; el Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía y otras Formas de Energía no Convencionales (PROURE) (Tabla 2) que busca fomentar los sistemas de cogeneración, mejorar la tecnología y los procesos durante la cadena de suministro y fomentar el uso de energías de bajo costo monetario y ambiental; Programas en zonas no interconectadas con uso de energías no convencionales como biomasa, biodiesel, biogás, energía eólica, energía solar y energía hídrica.

Actualmente, las emisiones de GEI generadas por el sector energía son aproximadamente 66 millones de toneladas de CO₂e (MAVDT, 2010).

Tabla 2
Medidas relacionadas con la mitigación de GEI en el sector energía

1	Fomento de programas de eficiencia energética que aporten al aprovechamiento de los recursos.
2	Diversificación de la canasta energética con el uso de fuentes no convencionales de energía.
3	Promoción, estímulos y asesoramiento de proyectos de uso racional de energía.
4	Modernización e incorporación de tecnologías y procesos eficientes en la cadena de suministro y uso de los energéticos.
5	Avanzar en la recuperación y uso del metano como fuente de energía limpia.

Fuente: MAVDT, 2010

4.1.2. Sector transporte

En el Plan Nacional de Desarrollo 2010 - 2014 se presentan las estrategias para la sostenibilidad ambiental y la mitigación al cambio climático a partir del sector transporte. En este sector se identifica como estrategia desarrollar y presentar una propuesta de transporte sostenible ante el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF). En efecto, Colombia ha buscado reducir sus

emisiones, implementando sistemas de transporte masivo en las principales ciudades. El potencial total de emisiones asciende a 6,4 millones de toneladas de CO₂e en siete años (MADS, 2012) (Tabla 3). Adicionalmente se ha incentivado el uso de gas natural y carros eléctricos como alternativa de movilidad (IDEAM, 2009), el cambio a combustibles más limpios, y el fomento y uso de automóviles más eficientes (ANDI, 2010).

Tabla 3
Potencial de mitigación por sistemas de transporte masivo en Colombia 2011

Ciudad	Nombre del Proyecto	Potencial estimado de reducción de emisiones		
		CO ₂ eq	Periodo en años	Promedio anual
Bogotá	BRT Bogotá, Colombia: TransMilenio Fase II a IV	1.725.940	7	246.563
Cartagena	Sistema Integrado de Transporte Masivo de Cartagena	280.000	7	40.000
Barranquilla	Sistema Integrado de Transporte Masivo para la Ciudad de Barranquilla	167.583	7	23.940
Cali	Sistema Integrado de Transporte Masivo - MIO, Cali, Colombia	1.793.969	7	256.281
Bucaramanga	Implementación de un sistema de buses rápidos en el Área Metropolitana de Bucaramanga	483.000	7	69.000
Medellín	Implementación del Sistema Integrado de Transporte Masivo (BRT) en el Valle de Aburrá	990.840	7	141.549
Pereira	Megabus, Pereira, Colombia	233.752	7	33.393
Medellín	Sistemas de transporte masivo basados en rieles en el Valle de Aburrá y regiones cercanas	70.000	7	10.000
Medellín	Sistemas de transporte masivo basados en rieles en el Valle de Aburrá y regiones cercanas	560.000	7	80.000
Medellín	Sistemas de transporte masivo tipo cable aéreo en rieles en el Valle de Aburrá y regiones cercanas	118.676	7	16.954

Fuente: (MADS, 2012)

4.1.3. Sector agrícola

El Ministerio de Ambiente para 2002-2008 fomentó el establecimiento de 151.821 hectáreas de reforestación protectora, la cual tiene un potencial de reducción de emisiones de más de 13.175.9371 toneladas en un periodo de 20 años. El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural promovió la reforestación comercial utilizando como instrumento financiero los Certificados de Incentivo Forestal. Esta iniciativa favoreció la forestación de 260.287 hectáreas para 2008, con la que se estima, para un lapso de 20 años, una reducción potencial de emisiones de 42.640.216 toneladas de carbono para plantaciones comerciales, que se suman a las 1.607.773 toneladas de carbono provenientes de plantaciones de caucho (IDEAM, 2009).

Las emisiones totales del sector agrícola y de cambio de uso del suelo fueron aproximadamente 95 millones de toneladas de CO₂e para el 2004 (IDEAM, 2009). Las oportunidades de

¹ (IDEAM, 2009)

mitigación están en: disminución de la fermentación entérica mediante un mejoramiento de la calidad de los pastos, de los sistemas agrosilvopastoriles, fomentando los suplementos alimenticios; uso eficiente de fertilizantes nitrogenados; correcta disposición de los residuos, captura de metano y generación de bio-fertilizantes; manejo sostenible de bosques; restauración de los suelos; eficiencia energética en los diferentes procesos; reducción de emisiones por deforestación evitada; restauración y reforestación de pasturas y tierras degradadas (ANDI, 2010).

4.1.4. Sector industrial

En el sector industrial se tienen dos frentes que influyen en la emisión de GEI, primero la contaminación que genera su producción y segundo su consumo de energía. Ante esto, en el Plan Energético Nacional 2006-2025 (UPME, 2006) se definen un conjunto de estrategias respecto al consumo de energía:

- El programa para el uso de energía eléctrica en motores de alta eficiencia.
- Programas para promover la creación de plantas de cogeneración (energía térmica y eléctrica) y trigeneración (donde se añade el componente de frío).
- Programa para la actualización de tecnología en iluminación para lograr un mejor desempeño con menor consumo energético.
- Programa para los procesos de combustión donde se busca optimizar procesos y lograr la mayor eficiencia.

Asimismo, en el estudio sobre el cambio climático realizado por la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI) muestra 70% de los industriales encuestados se han visto afectados de una u otra forma por los efectos del cambio climático y tienen planeado tomar medidas de mitigación (ANDI, 2009). Las medidas de mitigación que tomarán los empresarios empiezan con un mejoramiento de la eficiencia energética, creen importante modificar algunos de sus procesos productivos y los productos, aportar a la protección de los ecosistemas y tomar acciones para mitigar las emisiones de carbono (ANDI, 2009). En su portafolio de proyectos de MDL, el Ministerio de Ambiente, cuenta con 58 proyectos al año 2010 correspondientes al sector industrial que tienen un potencial de mitigación de 10,7 millones de toneladas de CO₂ al año.

En el Informe de la ANDI de una economía baja en carbono se establece que las emisiones correspondientes al sector industrial son aproximadamente 9 millones de toneladas de CO₂e en 2004 y las medidas para reducirlas están encaminadas a: lograr la eficiencia energética y cambio de combustibles por unos más limpios en los procesos industriales; almacenamiento y captura de carbono y compensación de emisiones por medio de mercados voluntarios (ANDI, 2010).

4.1.5. Residuos

El Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, que reglamenta los rellenos sanitarios, las emisiones y las medidas de adaptación que deben tomarse, establece que los gases obtenidos de los rellenos sanitarios deben ser aprovechados mediante un sistema activo para poder tratarlo posteriormente. El gobierno nacional ha tenido una constante preocupación por el manejo de residuos sólidos y líquidos, el aprovechamiento del metano de los rellenos sanitarios y plantas de tratamiento de aguas residuales (IDEAM, 2009). En efecto, Colombia realizó, con el apoyo del BID, un estudio de potencial de recuperación de metano de veinte rellenos sanitarios ubicados en centros urbanos para identificar el potencial de reducción de emisiones de GEI. Dicho análisis mostró que en los 20 rellenos sanitarios analizados existe un potencial de generación de metano de 2,5 millones de metros³ promedio anual y 788,8 millones de m³ para el año 2021 (IDEAM, 2009).

El Informe Colombia: hacia una economía baja en carbono de la ANDI ubica las emisiones totales del sector residuos en el 2004 en 10 millones de toneladas de CO₂e. Por su parte, las oportunidades que se presentan en este sector para reducir dichas emisiones son: la captura de metano en rellenos sanitarios y plantas de tratamiento de aguas residuales; fomento de programas de reciclaje; generación de bio-fertilizantes mediante materia orgánica (ANDI, 2010).

4.2. Mitigación en Perú

4.2.1. Sector energético

El sector energético tiene dos componentes para contribuir a la mitigación: la promoción del uso de energías limpias basadas en fuentes renovables y la eficiencia energética. Se incluyen la promoción de la energía producto de pequeñas hidroeléctricas, energía eólica, solar, geotérmica,

de biomasa y de residuos sólidos urbanos (MINAM, 2010). Debido a que estas energías limpias son menos usadas, se han creado incentivos legales y tributarios para promoverlas. Algunos de los programas relacionados con la mitigación se presentan en la tabla 4.

Tabla 4
Programas de mitigación en el sector energético 2010

Programa de biocombustibles	Empresa Heaven Petroleum Operators (HPO) y la financiación de cooperación Holandesa (2008-2009)	Promover una base de conocimiento necesaria para negocios sostenibles en biocombustibles con sede en Tarapoto y Chiclayo, relacionado al uso de energías alternativas
Biocombustibles: Producción de plantas oleaginosas y comercialización de aceites vegetales como sustituto del diesel	Proyecto Especial Alto Mayo (PEAM) y Servicio Alemán de Cooperación Social Técnica (DED) con el financiamiento del Common Fund for Commodities (CFC)	Utilizar energía renovable para reducir las emisiones de GEI del Perú. www.cfc-ded-biofuel.com
Instalación colectiva de pequeños sistemas de Aero generación para la provisión de energía limpia en zonas rurales del Perú	Soluciones Prácticas-ITDG con la colaboración de The Koru Foundation, Cooperative Bank, Directorate General for International Cooperation (DGS, Holanda) 2007-2008	Contribuir para que las familias pobres rurales accedan a servicios descentralizados de generación de energía basados en el aprovechamiento de recursos eólicos locales.
Fondo de promoción de micro centrales hidráulicas	Soluciones Prácticas con la colaboración del BID y donantes privados europeos (1993-2005)	Promover micro centrales, hidroeléctricas con apoyo financiero mediante un sistema de créditos blandos y asistencia técnica
Proyecto Consolidación del Marco Institucional para Servicios Sostenibles de Uso Eficiente de Energía	Ministerio de Energía y Minas, financiado por el BID. (2002-2008) Financiamiento USD\$ 750.000	Objetivos: Identificar, implementar y monitorear políticas y normativas de fomento del mercado de eficiencia energética. Resultados: promoción de la cogeneración en el país; capacitación a las empresas consultoras participantes en la metodología de las <i>Energy Service Companies</i> (ESCOs); propuesta del reglamento de la Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía N°27345; elaboración de una plataforma informática para la promoción y difusión de la Eficiencia Energética, que se encuentra en la web del MINEM

Fuente: (MINAM, 2010)

4.2.2. Sector transporte

Para la mitigación del cambio climático en el sector transporte, Perú ha venido propiciando un escenario tributario idóneo para que en lugar de vender vehículos usados, se importen vehículos nuevos menos contaminantes (MINAM, 2010). Además se creó el Sistema Nacional de Inspecciones Técnicas Vehiculares para garantizar que todos los vehículos en circulación cumplan con las condiciones necesarias para no afectar el ambiente ni poner en peligro la seguridad. Adicionalmente se quiere renovar el parque automotor enfocado hacia la renovación de la matriz energética, aumentando el uso de Gas Natural Vehicular (GNV) y disminuyendo el uso de gasolina y diesel. De esta manera, las medidas nacionales que serán tomadas para la mitigación en el sector transporte son las que se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5
Medidas relacionadas con la mitigación de GEI en el sector energía

1	Modernización del parque automotor mayor de 10 años..
2	Optimización de la eficiencia en el sistema de transporte público.
3	Diversificación de la matriz energética logrando que el 5% del parque automotor sea híbrido
4	Mejorar el sistema de carreteras nacional.

Fuente: MINAM, 2010

4.2.3. Sector agrícola

El sector agrícola tiene varios componentes para el proceso de mitigación, el primero es el forestal, en el que Perú, por poseer una gran superficie de bosques cuenta con uno de los mayores potenciales de reducción de GEI por forestación y reforestación. Para cumplir con los objetivos de forestación y reforestación existen alrededor de 18 proyectos donde participa el gobierno nacional, gobiernos regionales y municipales, Organizaciones No Gubernamentales, organismos de cooperación internacional, organismos multilaterales y gobiernos de otros países. Uno de los programas más importantes en cuanto a la conservación de bosques es el Proyecto Especial Conservando juntos, cuya meta primordial es lograr la conservación de por lo menos 10.5 millones de hectáreas de bosques amazónicos que pertenecen a comunidades indígenas. Para generar un incentivo a la conservación de los terrenos se propuso un “bono de conservación” para el cual se estima será necesaria una financiación de USD\$ 45'357.142 por año (MINAM, 2010).

Tabla 6
Proyectos MDL en el sector forestal 2010

Sector	Proyectos	Potencial
Forestal	Reforestación en tierras abandonadas	27 proyectos MDL en la cartera nacional con un potencial de reducción de 53'028,186 tCO 2eq/año. Inversión de USD\$66'264,490 millones
	Forestación de áreas Nuevas	

Fuente: (MINAM, 2010)

4.2.4. Sector Industrial

Perú cuenta con el Plan Nacional del Sector Industrial Manufacturero que busca fomentar la producción con energías limpias y generar conciencia para prevenir la contaminación de la mano de un aumento de la productividad. (MINAM, 2004). Para poder llevar un control sobre las

emisiones de CO₂, correspondientes a la producción industrial, el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo aprobó un protocolo para el Monitoreo de Emisiones Atmosféricas.

Tabla 7
Proyectos de MDL 2010

Sector	Proyectos	Potencial
Energía e Industria	Cambio de combustible por incremento de eficiencia energética	101 proyectos MDL en la cartera nacional, con un potencial de reducción de 21'041,966 tCO ₂ eq/año. Inversión aprox. de USD\$ 6,901 millones
	Modificación del proceso industrial	
	Uso de materia prima con menos carbono	
	Nuevas fuentes de energía renovable (centrales hidroeléctricas, parques eólicos, biomasa, etc.)	
	Nuevas centrales a gas natural a ciclo combinado o paso a ciclo combinado	

Fuente: (MINAM, 2010)

4.2.5. Residuos

En Perú más del 70% de los residuos sólidos terminan en botaderos o se queman, generando emisiones perjudiciales para el ambiente. En respuesta a ello, el gobierno creó el Plan Nacional Integral de Residuos Sólidos (PLANRES). Adicionalmente los desechos tienen un gran potencial en proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio, esto hace que empresas privadas inviertan en ellos para reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero. En la Tabla 8 se observa el potencial de reducción de emisiones en el sector de residuos por municipios peruanos.

Tabla 8
Potencial de reducción de emisiones 2010

Municipalidad	Población 2005	Generación de residuos (ton/año)	Reducción de emisiones totales (tonCO ₂ eq/año)
Provincial de Arequipa	861.746	220.176	41.613
Provincial del Callao	810.568	207.100	39.142
Provincial de Huancayo	448.355	114.555	21.651
Distrital de Villa María del Triunfo	355.761	90.897	17.180
Provincial del Cusco	348.493	89.040	16.829
Distrital de San Juan de Miraflores	335.237	85.653	16.188
Provincial de Tacna	250.509	64.005	12.097
Provincial de Puno	222.897	56.950	10.764
Distrital de la Victoria	190.218	48.601	9.186
Provincial de Pasco	147.126	37.591	7.105
Provincial de Tarata – Tacna	139.073	35.533	6.716
Provincial de Pisco	116.865	29.859	5.643
Provincial de Tayacaja – Pampas	104.378	26.669	5.040
Provincial de Ferreñafe	94.731	24.204	4.575
Provincial de Satipo	93.685	23.937	4.524
Provincial del Huanta	89.300	22.816	4.312
Provincial de Mariscal Nieto - Moquegua	70.460	18.003	3.402
Provincial de Loreto - Nauta	63.515	16.228	3.067
Provincial de Acobamba - Huancavelica	62.868	16.063	3.036
Distrital de Lurín	55.953	14.296	2.702
Provincial de Huaylas – Caraz	52.845	13.502	2.552
Provincial de Yauli - La Oroya	49.383	12.617	2.385
Provincial de Carhuaz	43.652	11.153	2.108
TOTAL:	5.007.618	1.279.448	241.817

Fuente: (MINAM, 2010)

4.3. Mitigación en Bolivia

Bolivia tiene principalmente tres programas fundamentales para la mitigación del cambio climático: gas natural vehicular, implementación de focos ahorradores e hidroelectricidad (MMAyA, 2009), los cuales son complementados con otros programas de mitigación (Tabla 9).

Tabla 9
Programas de mitigación 2007

Nombre	Entidad Ejecutora	Descripción
Construcción de la micro central hidroeléctrica y molino San José - Tarija	Eco tecnologías Energéticas y Productivas (ECOTEC)	Ensamblado e instalación de equipo de generación hidroeléctrica para altura de caída de 18 m y un caudal de 200 litros/hora
		Construcción de micro centrales hidroeléctricas
		Construcción de la casa de máquinas y molienda e instalación del molino de cereales
		sustitución de uso de velas, pilas secas, kerosén por energía limpia
Fijación de carbono y recuperación de áreas degradadas mediante la floristería comunitaria en zonas de colonización de Nor Yungas	Centro integral de desarrollo agropecuario y humano Irnaqañani	Construcción de 2 viveros agroforestales para un total de 480 m ² .
		Forestación de 15h de parcelas con especies nativas y especies de alto valor comercial
		Elaboración de documento de la línea base de secuestro de carbono
Difusión de la reforestación adaptada a grupos sociales, ambientales específicos y estrategias de desarrollo diseñadas para mitigar cambios climáticos	Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado	Identificación, delimitación y valoración de una superficie total de 157.5h con alto potencial para forestación o reforestación
		Elaboración del Plan Regional de Acción Forestal como directriz para la implementación de plantaciones industriales y ecológicas según el Mecanismo de Desarrollo Limpio
		Elaboración de planes de acción de reforestación en áreas degradadas.
Construcción de la pico central hidroeléctrica: Samañampa y construcción de la pico central hidroeléctrica: Challapampa	ONG "Producción-Desarrollo-Energía" PRODENER	Instalación de equipo electromecánico y emplazamiento del sistema eléctrico
		Dotación de alumbrado público y domiciliario, dinamizando la economía local
Reforestación subcuenca media faja central del río Pirai	Servicio de encauzamiento de aguas y regularización del río Pirai (SEARPI)	Producción en vivero de 66.500 plantines de diferentes especies
		Incorporación de una masa boscosa en áreas degradadas o descubiertas de la subcuenca y reforestación de 46h en la micro cuenca de escurrimiento protegiendo barrancas naturales
		Reducción de los niveles de degradación y erosión de los suelos

Fuente: (Plan Quinquenal/PNCC, 2007)

4.3.1. Sector Energético

En este sector se encuentran dos de los principales proyectos nacionales. La implementación de focos ahorradores, básicamente este programa se encargó de la repartición de 7.900.000 focos ahorradores. El resultado de esta medida fue una reducción del 30% del consumo de electricidad. El segundo programa, de hidroelectricidad ha liderado la iniciativa para contar con seis nuevas hidroeléctricas con un costo de USD\$ 5600'000.000 y una generación eléctrica de 3290 MW a 10 años. Adicionalmente existen una serie de proyectos para que las comunidades disminuyan el

consumo de diesel y biomasa para producción energética, para ello se les brindará apoyo en la construcción de centrales hidroeléctricas (Plan Quinquenal/PNCC, 2007).

Las medidas de mitigación que aparecen en la primera comunicación para el sector energético están basadas fundamentalmente en la búsqueda de la eficiencia: iluminación residencial y comercial, cocinas cuya fuente sea biomasa, por otro lado se quiere aumentar el uso de gas natural para cocinas residenciales, de calentadores de agua por medio de energía solar y el uso de energías renovables en zonas rurales (MMyA, 2000).

4.3.2. Sector Transporte

Para reducir las emisiones de GEI del sector transporte se busca aumentar el uso de gas natural comprimido para lo cual el primer paso es promover la conversión de vehículos. La segunda medida de mitigación es la renovación del parque automotor nacional con el fin de cumplir las normas internacionales sobre emisiones de gases. Se estima que con esta última medida, en un escenario optimista se alcance una reducción de 8521,05 Gg de CO₂ (MDSyP, 2001). Con el programa de Gas Natural se busca un cambio en la matriz energética nacional, para lograrlo, el gobierno tiene fondos de ayuda tanto para la conversión de vehículos a gas natural como para el mantenimiento y reposición de los cilindros utilizados. El dinero recaudado por estos fondos fue aproximadamente de USD \$10'000.000 beneficiando a más de 33.000 vehículos (MMAyA, 2009).

4.3.3. Sector Agrícola

Este sector es especialmente importante ya que es uno de los pilares de la economía boliviana y tiene un potencial significativo de reducción de emisiones. Como parte del programa nacional de hidroelectricidad, se destacan las iniciativas de reforestación de bosques, específicamente en la zona norte, y proyectos de barreras forestales para control de desbordes en Santa Cruz (MMAyA, 2009). En la iniciativa REDD en Bolivia es importante la participación de los pueblos indígenas en el desarrollo de proyectos y en la protección de las áreas. Se cuenta con un programa REDD específico para la región amazónica, para el cual se estima una reducción de la deforestación en aproximadamente 13.000 hectáreas anuales. La principal herramienta para la mitigación en este sector son los proyectos de MDL con los cuales se busca mejorar la tecnología de los procesos

agrícolas, un uso eficiente de la tierra para prevenir el desgaste y erosión del terreno. También se busca aumentar el control en las áreas protegidas para evitar su uso indebido, de la mano de una forestación de nuevas áreas (bosques inducidos). En la Tabla 10 se presenta un breve resumen de las medidas de mitigación del sector agrícola y forestal junto con su costo para diferentes momentos de tiempo.

Tabla 10
Medidas de mitigación en el sector agrícola-forestal 2001

MEDIDAS DE MITIGACION SECTOR AGRICOLA-FORESTAL	Costo \$USD/t			
	2000	2010	2020	2030
Aprovechamiento Maderero Eficiente	1.35	1.35	1.35	1.35
Forestación y Reforestación	12.61	5.95	4.07	3.14
Regeneración Natural de bosques	6.77	1.83	1.14	0.84
Mejoramiento del control de las áreas protegidas	1.53	1.53	1.53	1.53
Alternativas a la Agricultura Migratoria	104.87	104.87	104.87	104.87
Implementación de Sistemas Agroforestales	29.51	10.33	8.26	7.67

Fuente: (MDSyP, 2001)

4.3.4. Sector Industrial

Las medidas de mitigación en la industria boliviana son principalmente referentes al ahorro de energía mediante buen mantenimiento, mejoramiento de procesos y uso de tecnología de punta (MDSyP, 2001). Consideran necesario aumentar y fortalecer la regulación en este sector para reducir la contaminación que generan en el recurso hídrico, especialmente en la minería ya que esta genera altos niveles de contaminación en el agua tanto de consumo humano como para riego de cultivos y para el mantenimiento de los ecosistemas (MPD, 2007).

4.4. Mitigación en Nicaragua

4.4.1. Sector Energético

En Nicaragua el 92% de la energía proviene del petróleo o alguno de sus derivados lo que le da al país un alto potencial de mitigación mediante cambios en la matriz energética encaminados al uso de fuentes de energía más eficientes (CRAAN-GRAAN-CCFA, 2012). Las medidas de mitigación en este sector giran en torno a lograr eficiencia en energía eléctrica de uso doméstico y comercial. El objetivo es la renovación de equipos por unos más eficientes, de menor consumo de electricidad y que generen un mínimo de emisiones de GEI, ejemplo de ello es el cambio de lámparas incandescentes por lámparas fluorescentes compactas (LFC) y la reducción del uso de combustible fósil. La segunda medida de mitigación es progresar en la generación de energía

eólica como una fuente alternativa de la energía eléctrica. Nicaragua tiene un alto potencial por sus vientos que no ha sido explotado, pero se espera dar inicio lo más pronto posible a planes para su desarrollo (MARENA, 2009).

4.4.2. Sector Transporte

Para la elaboración de medidas de mitigación de este sector el gobierno de Nicaragua contrató un estudio para conocer el rendimiento del parque automotor nacional, el resultado fue un rendimiento muy bajo de kilómetros por Galón, por ello se estableció la necesidad de tener vehículos más eficientes para reducir la emisión de GEI (MARENA, 2009).

4.4.3. Sector Agrícola

La principal preocupación en el sector agrícola es la fermentación entérica (emisión de metano por parte de animales rumiantes mediante un proceso digestivo), por ser el origen de la mayor cantidad de GEI emitidos en Nicaragua. Para reducir las emisiones se propone fomentar la generación de fincas diversificadas, que tengan sistemas silvopastoriles, sistemas de recolección del estiércol, disminución del terreno de pastizales y que promuevan el uso de energía renovable por medio de biodigestores, usando el metano producido por el ganado (MARENA, 2009). Otras opciones son la protección de bosques; detener el incremento en la cantidad de suelos erosionados y la contaminación de los ríos, y la forestación y reforestación de zonas forestales. Adicionalmente para mitigar las emisiones en este sector se consideran diferentes iniciativas REDD y REDD+ de la mano de la Estrategia nacional de Deforestación Evitada (ENDE). El objetivo es aumentar la captura de carbono y la oferta de energías renovables (CRAAN-GRAAN-CCFA, 2012).

4.4.4. Sector Industrial

Las políticas para la mitigación de gases de efecto invernadero en el sector industrial se centran en el ahorro energético por mejoras tecnológicas y uso eficiente de los equipos.

5. CONSIDERACIONES DE POLÍTICA PÚBLICA

El abordaje de los aspectos institucionales y normativos, así como las estrategias y programas de adaptación al cambio climático y de mitigación de las emisiones por sectores, para los países analizados permite realizar algunas reflexiones sobre los desafíos y acciones que deben tomar.

- Existe un desarrollo institucional importante en la región en los temas relacionados a cambio climático. Esto es, existen actualmente en todos los países considerados una institucionalidad gubernamental que aborda los temas referidos a cambio climático, con sus consecuentes programas, comunicaciones nacionales e inventarios de emisiones. En este contexto, se observa que existen similitudes importantes en las medidas de política pública recomendadas para cada país pero también persisten diferencias significativas en el nivel de precisión y de aplicación de medidas específicas.
- Es necesario el diseño e implementación de regulaciones específicas orientadas a mitigar los efectos del cambio climático. Asimismo, los países deben ajustar su regulación a las nuevas realidades del cambio climático para reducir sus causas e impactos.
- Se presenta una débil utilización de instrumentos económicos para corregir problemáticas relacionadas con el cambio climático, por lo tanto los organismos encargados del diseño e implementación de regulaciones ambientales deben considerar este tipo de instrumentos a fin de generalizarlos en las normas relativas al aire, suelos, agua, entre otros.
- Se deben considerar el diseño y la implementación de incentivos financieros y tributarios a fin de contribuir a la adopción de tecnologías limpias por parte de los sectores transporte, energía, industria, minero, entre otros.
- Es necesario realizar inversiones públicas y/o privadas en infraestructura asociada a reducir los impactos de eventos de desastre asociados a eventos climáticos extremos. Ello incluye: infraestructura vial, redes de conducción de acueducto y alcantarillado, vivienda, infraestructura pública (parques, andenes, escuelas públicas, hospitales, presas), deslizamientos, inundaciones y desplazamiento de población.
- Promover la cooperación norte-sur y sur-sur a fin de avanzar en la transferencia de tecnologías ambientalmente sostenibles, en sectores estratégicos para el cambio climático como la energía e industria.
- Generar estímulos para promover la inversión privada en investigación y desarrollo en temas asociados a enfrentar el cambio climático.

6. CONCLUSIONES

América Latina ha realizado esfuerzos en las últimas décadas para fortalecer su aparato institucional con el interés de velar por el cuidado del medio ambiente. De manera general, los países analizados en este trabajo cuentan con Ministerios de Ambiente en los que se incluyen una dependencia u oficina encargada del tema del cambio climático. Ello ha permitido el involucramiento de los países en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático y la ratificación del Protocolo de Kyoto, posicionando el tema dentro de las agendas nacionales.

A pesar de las diferencias que existen al interior de la región, existe en los países analizados potencial para la mitigación de las emisiones en los sectores:

- Eficiencia energética: que permita el ahorro de energía a través del mayor uso de tecnologías ambientalmente sostenibles en la generación de energía eléctrica, industria, vehículos, edificaciones, entre otros.
- Transporte: a través de la promoción y uso de los sistemas de transporte público ambientalmente sostenibles, como los conocidos *Bus Rapid Transit*, normatividad para mejorar la calidad de los combustibles utilizados, el cambio modal de autos particulares hacia transporte público o transporte no motorizado, incentivos a la renovación del parque vehicular hacia uno menos contaminante, entre otros.
- Bosques, por medio de la reducción de la deforestación y la degradación de los bosques, incorporando los incentivos necesarios para frenar la tala de bosques.
- Energías renovables, a través del fortalecimiento institucional, marco jurídico y regulatorio que permita el desarrollo de políticas públicas orientadas a diversificar las fuentes de energías no convencionales.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDI. (2009). *Encuesta de Opinión Industrial Conjunta*. Bogotá, Colombia: Asociación Nacional de Empresarios de Colombia.
- ANDI. (2010). Colombia: hacia una economía baja en carbono . Bogotá , Colombia: Asociación Nacional de Empresarios de Colombia .
- Aparicio, M. (2010). *Evaluación de la Vulnerabilidad Sanitaria Nacional y Subnacional al Cambio Climático*. La Paz, Bolivia: Organización Panamericana de la Salud/ Organización Mundial de la Salud.
- CEPAL (2010). *La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe. Síntesis 2010* (LC/G.2474), Santiago de Chile.
- CEPAL (2009). *La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe. Síntesis 2009* (LC/G.2425), Santiago de Chile.
- CEPAL/BID (2010). *Cambio climático una perspectiva regional*. (LC/L.3207), Santiago de Chile.
- CRAAN-GRAAN-CCFA. (2012). *Estrategia de la Región Autónoma del Atlántico Norte Frente al Cambio Climático*. Bilwi, Nicaragua: Consejo Regional Autónomo Atlántico Norte - Gobierno Regional Autónomo Atlántico Norte - Comité Consultivo Forestal y Ambiental.
- DNP. (2011). *Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014*. Bogotá, Colombia: Departamento Nacional de Planeación.
- IDEAM. (2009). *2º Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Bogotá: Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales.
- IPCC. (2007). *Climate Change 2007 Synthesis Report*. Intergovernmental Panel on Climate Change .
- Galindo, L.M. (2009). *La Economía del cambio climático en México*, D.F. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2009.
- MADS. (2012). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 2012, de Portafolio MDL en Colombia: <http://www.minambiente.gov.co//contenido>
- MARENA. (2009). *Segunda Comunicación Nacional* . Managua, Nicaragua: Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales.
- MARENA. (2003). *Plan de Acción Nacional ante el Cambio Climático*. Managua, Nicaragua: Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales .

- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Universidad de los Andes, CEDE, Facultad de Economía (2011). *Curva de costos de abatimiento de los gases de efecto invernadero GEI y potenciales de mitigación en el sector industrial colombiano*. Febrero de 2011.
- MAVDT. (2010). Colombia CDM Portfolio 2010. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.
- MAVDT. (2010). Política Nacional para la gestión integral del Recurso Hídrico. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- McKinsey (2009). Curva de costos de reducción de los gases efecto invernadero mundiales v2.0. Febrero de 2009.
- MDSyP. (2001). *Estudio de la Estrategias Nacional de Participación de Bolivia en el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto*. La Paz, Bolivia: Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación .
- MINAM. (2010). *Plan de Acción de Adaptación y Mitigación Frente al Cambio Climático*. Lima, Perú: Ministerio del Ambiente.
- MINAM. (2010). *Segunda Comunicaión Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Lima, Perú: Ministerio del Ambiente del Perú.
- MINAM. (2004). *Manual de Legislación Ambiental*. Recuperado el 4 de Diciembre de 2012, de Plan Nacional Ambiental del Sector Industrial Manufacturero: www.legislacionambientalspda.org.pe
- MMAyA. (2009). *Segunda Comunicación Nacional del Estado Plurinacional de Bolivia ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. La Paz, Bolivia: Ministerio de Medio Ambiente y Agua.
- MMyA. (2000). *Primera Comunicación Nacional del Estado Plurinacional de Bolivia ante la Convención de Cambio Climático*. La Paz, Bolivia: Ministerio de Medio Ambiente y Agua.
- MPD. (2007). El Cambio Climático en Bolivia. La Paz, Bolivia: Ministerio de Planificación del Desarrollo - Viceministerio de Planificación Territorial y Medio Ambiente - Programa nacional de Cambios Climáticos.
- Plan Quinquenal/PNCC. (2007). *Memoria de Proyectos Programa nacional de Cambios Climáticos*. La Paz. Bolivia: Plan Quinquenal / Programa Nacional de Cambios Climáticos.
- Stern, N. (2007). The Economics of Climate Change. The Stern Review, Cambridge, Cambridge University Press.
- UPME. (2006). *Plan Energético Nacional Contexto y Estrategias 2006-2025*. Bogotá, Colombia: Unidad de Planeación Minero Energética - Ministerio de Minas y Energía.