

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <http://www.researchgate.net/publication/265283610>

Experiencias de Adaptación al en Ecosistemas de montaña en los Andes del Norte Cambio Climático

BOOK · MARCH 2010

DOWNLOADS

10

VIEWS

16

1 AUTHOR:



Luis Germán Naranjo

WWF Colombia

79 PUBLICATIONS 147 CITATIONS

SEE PROFILE

Experiencias de Adaptación al

Cambio Climático

en Ecosistemas de montaña en los Andes del Norte

© Milton H. Arias / PNN de Colombia



Experiencias de Adaptación al

Cambio Climático

en Ecosistemas de montaña en los Andes del Norte

Memorias del Taller
Bogotá, febrero 19 y 20 de 2009



**EXPERIENCIAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO
EN ECOSISTEMAS DE MONTAÑA EN LOS ANDES DEL NORTE**
©Fundación Humedales
©WWF Colombia
ISBN: 978-958-8353-16-6

COMPILACIÓN Y EDICIÓN DE TEXTOS:

- Claudia Lorena Franco Vidal, Fundación Humedales
- Ana Milena Muñoz, Consultora Fundación Humedales

REVISIÓN TÉCNICA DE TEXTOS

- Germán I. Andrade.
Facultad de Administración. Universidad de los Andes
- Luis Germán Naranjo.
Director de Conservación WWF Colombia

COORDINACIÓN EDITORIAL

Comunicaciones WWF Colombia

DISEÑO, DIAGRAMACIÓN E IMPRESIÓN

El Bando Creativo

Primera edición, marzo 2010
Santiago de Cali, Colombia

CITA SUGERIDA:

Franco-Vidal, C.L., A. M. Muñoz, G.I. Andrade y L.G. Naranjo. (Compiladores y editores). 2010. Experiencias de adaptación al cambio climático en ecosistemas de montaña (páramos y bosques de niebla) en los Andes del Norte. Memorias del Taller Regional. Bogotá, D.C. Febrero 19 y 20 de 2009. WWF, MAVDT, Ideam y Fundación Humedales.

Las denominaciones en este documento y su contenido no implican endoso o aceptación por parte de las instituciones participantes, juicio alguno respecto de la condición jurídica de territorios o áreas ni respecto del trazado de sus fronteras o límites.

ESTE TRABAJO SE LOGRÓ GRACIAS AL APOYO DE:



WWF Colombia
Tel. + 57 2 558 2577
Fax + 57 2 558 2588
Cra. 35 No. 4A-25
www.wwf.org.co
www.panda.org
Cali, Colombia



Ministerio de Ambiente,
Vivienda y Desarrollo Territorial
República de Colombia
PBX 332 3434, 332 3400 Ext. 2003
Calle 37 No. 8-40
www.minambiente.gov.co
Bogotá, Colombia



Instituto de Hidrología, Meteorología
y Estudios Ambientales
Carrera 10 No. 20-30 Piso 7
PBX (57-1) 352 7160
Línea nacional 01800110012
Bogotá, Colombia
www.ideam.gov.co



Fundación Humedales
Calle 81 No. 19A-18 Of. 301
Teléfonos (57-1) 616 9368
Fax (57-1) 616 9369
Bogotá, Colombia
Sede Laguna de Fúquene km 22
vía Ubaté Chiquinquirá
www.fundacionhumedales.org

- La Fundación Humedales es miembro de la Red Mundial de Lagos Vivos *Living Lakes*
- La Fundación Humedales y WWF Colombia son miembros de la Unión Mundial de Conservación de la Naturaleza -UICN

Índice

Resumen ejecutivo del taller	6
Executive summary	8
Antecedentes	11
Objetivos	13
• Objetivo general	13
• Objetivos específicos	13
Agenda del taller	14
Siglas, acrónimos y abreviaturas	17
Presentaciones Institucionales	21
WWF y el cambio climático	23
Adaptación al cambio climático en los Andes del Norte	25
La adaptación al CCG como proceso de aprendizaje	27
Presentaciones sobre elementos conceptuales	29
Los Andes del Norte: Perspectivas de Adaptación al Cambio Climático	31
• Distinguiendo conceptos esenciales	32
• Temas centrales para una adaptación efectiva	34
• Retos y necesidades	35
Adaptación basada en ecosistemas	37
• Antecedentes	37
• La Adaptación	39
• Red de Adaptación de Ecosistemas y Bienestar (Elan)	47

Análisis de vulnerabilidad actual y futura	49
Escenarios de Cambio Climático en Colombia	51
Incremento en la presión sobre los ecosistemas altoandinos por cambios en la adaptación de cultivos	55
• Presentación	55
• Conclusiones	63
 Análisis de vulnerabilidad al Cambio Climático en la Cordillera Real Oriental (Colombia, Ecuador y Perú).	65
• Introducción	65
• Vulnerabilidad	66
• Área de estudio	67
• Metodología del análisis de vulnerabilidad para la Cordillera Real Oriental	69
• Exposición	69
• Sensibilidad	70
• Zonas de vida	70
• Nicho climático de especies de aves y plantas	72
• Oferta Hídrica	75
• Índice de capacidad adaptativa	75
• Identificación de vulnerabilidad	78
• Conclusiones	79
 Adaptación al cambio climático. Política nacional de cambio climático	83
• Colombia: un país vulnerable.	83
• Incidencia de Colombia en negociaciones internacionales	86
• Avances en la Política de Cambio Climático en Colombia.	86
• Avances en adaptación al cambio climático en Colombia.	87
 Medidas de Adaptación en la alta montaña de Colombia Programa Nacional de Adaptación al Cambio Climático (Inap) Componente B alta montaña. Caso piloto Chingaza	89
• Ubicación del Proyecto	93
• Componentes y medidas de adaptación	94
 Proyecto de adaptación al cambio climático por medio de una efectiva Gobernabilidad del Agua en Ecuador	99
• Análisis	100
 Lineamientos para una estrategia local de adaptación en la cuenca del río Chinchipe, utilizando la metodología Napa	113
• Introducción	113
• Objetivos y alcance de la estrategia	114
• Metodología para el desarrollo de la estrategia: El Programa de Acción Nacional para la Adaptación (Napa)	117

Propuesta metodológica para el cálculo de la línea de sostenibilidad ambiental, como herramienta para evaluar la capacidad de adaptación al cambio climático en territorios colectivos: estudio de caso, subcuenca del río Güiza, piedemonte costero nariñense, Colombia	121
• Introducción	121
• Localización del área de estudio	122
• Importancia hidrobiológica	122
• Enfoque metodológico	124
• Análisis histórico y prospectivo de variación climática: condiciones de oferta ambiental	126
• Participación comunitaria como herramienta para mejorar la capacidad de adaptación al cambio climático	130
• Proceso de articulación cambio climático - Plan de ordenamiento y manejo ambiental subcuenca río Güiza	131
• Conclusiones	133
 Iniciativas de Adaptación en los Páramos de Anaime y Chili Departamentos del Quindío y Tolima	135
• Introducción	135
• Antecedentes	136
• Ubicación geográfica	139
• Características físicas y biológicas	139
• Flora	140
• Fauna	140
• Especies de flora y fauna con algún grado de amenaza	141
• Humedales	142
• Contexto social y económico	143
• Aspectos demográficos	144
• Marco de trabajo para el programa de adaptación	145
• Variabilidad climática actual y futura	146
• Efectos adversos actuales y potenciales del cambio climático	149
• Lista de actividades priorizadas	153
• Arreglos necesarios para el desarrollo de acciones	156
 Síntesis de las discusiones de las mesas	159
Mesas de trabajo sobre vulnerabilidad, adaptación y monitoreo	161
• Vulnerabilidad	161
• Adaptación	166
• Monitoreo	168
Palabras de cierre	173
Anexo	175

Resumen Ejecutivo del Taller

Experiencias de adaptación al cambio
climático en ecosistemas de montaña (páramos
y bosques de niebla) en los Andes del Norte

BOGOTÁ, FEBRERO 19-20 DE 2009



Este documento incluye la síntesis de varias presentaciones y la discusión de estudios de caso de adaptación al cambio climático en los Andes del Norte y está enfocado en ecosistemas de alta montaña como los bosques montanos y los páramos. WWF presentó su aproximación general al tema de la adaptación al cambio climático y una descripción de las estrategias y actividades de adaptación que lleva a cabo en la región. Por su parte, la Fundación Humedales enfatizó en su presentación institucional, la adaptación como un proceso de aprendizaje, en razón de la novedad del tema y la falta de experiencias concluyentes.

A continuación, el taller tuvo dos presentaciones conceptuales en las cuales L. G. Naranjo presentó diferentes perspectivas de la adaptación al cambio climático basadas en definiciones, percepciones y respuestas y sugirió un conjunto de retos emergentes para esbozar una agenda de investigación y acción. Por su parte A. Andrade, en representación de la Comisión de Manejo de Ecosistemas de la UICN desarrolló el concepto de adaptación basada en los ecosistemas y presentó varios ejemplos basados en la aplicación del enfoque ecosistémico de la Convención de Diversidad Biológica.

En la sección correspondiente al tema de análisis de vulnerabilidad, se presentaron varias aproximaciones. Ruiz Murcia presentó los escenarios actuales de cambio climático preparados por el gobierno colombiano, enfocándose en aspectos técnicos y metodológicos. Jarvis, Zapata, Ramírez y Guevara presentaron los resultados de un análisis de vulnerabilidad del sector agrícola en la región andina, con base en su propio desarrollo de escenarios en el Centro Internacional de Agricultura Tropical. Hernández, Suárez y Naranjo presentaron los resultados de un análisis de vulnerabilidad llevado a cabo para la Cordillera Real oriental de Colombia, Ecuador y norte de Perú, a partir de una cuidadosa delimitación de conceptos relacionados con la vulnerabilidad intrínseca y agregada y en el grado de exposición. Desde el punto de vista del desarrollo de políticas, García Portilla presentó una panorámica de vulnerabilidad y adaptación a escala nacional para Colombia. Schutze aportó resultados de campo logrados en el páramo de Chingaza a través del Programa Nacional Integrado de Adaptación. Alarcón expuso la perspectiva de desarrollo de políticas y acciones del gobierno de Ecuador en su programa nacional de adaptación PACC, para la gobernanza del agua. Cigarán presentó la experiencia de delineación de una estrategia comunitaria de adaptación en el río Chinchipe en el norte de Perú usando la metodología Napa y finalmente Flórez, Cantillo y Mora aportaron una aproximación metodológica dirigida hacia la definición del nivel de sostenibilidad como una medida de la capacidad de adaptación en el piedemonte costero del Pacífico en el sur de Colombia.

Al final del documentó se recogen los resultados de las mesas redondas de discusión, sobre vulnerabilidad, adaptación y monitoreo. Esta sección incluye conceptos detallados y definiciones, implicaciones de manejo, desde la perspectiva de los participantes en las escalas local, regional y nacional.

Executive Summary

Experiences in Adaptation to Climate Change in the Northern Andean Paramo and Mountain Forest Ecosystems

BOGOTA WORKSHOP, FEBRUARY 19 TO 20 2009



The present document includes the synthesis of presentation and discussion of case studies of adaptation to climate change in the Northern Andes, focusing on highland ecosystems such as mountain forests and *páramos*. WWF presented its general approach to adaptation to climate change, followed by a description of current adaptation strategies and activities in the northern Andes. *Fundación Humedales* stressed, in its institutional presentation, adaptation as a learning process, taken into account the novelty and lack of conclusive experiences in this field.

A set of conceptual presentations followed, in which L. G. Naranjo, presented perspectives on climate change adaptation, based upon definitions, perceptions and responses, and suggested a set of emerging challenges drafting a research and action agenda. A. Andrade, on behalf of IUCN Commission on Ecosystem Management, developed the concept of ecosystem based adaptation, providing several examples based upon the application of the Ecosystem Approach of the Convention of Biological Diversity.

In the section on Vulnerability Analyses, several approaches and applications were provided. Ruiz Murcia presented current Climate Change Scenarios prepared by the Colombian Government, focusing on its technical and methodological aspects. Jarvis, Zapata, Ramirez and Guevara, presented the results of a vulnerability analyses for the agriculture sector in the Andean region, based upon their own development of scenarios at the International Centre of Tropical Agriculture. Hernandez, Suarez and Naranjo presented the results of a vulnerability analysis carried out for the Eastern Cordillera Real of Colombia, Ecuador and Northern Peru, based upon a careful delimitation of concepts related to intrinsic and added ecosystem's vulnerability and degree of exposure. Garcia Portilla, from a policy making standpoint, presented an overview of vulnerability and adaptation at the Colombian country level. Schutze provided results from the field, through the Integrated National Adaptation Program INAP, in the Chingaza Paramo. Alarcon brought the policy - making and action perspective being developed by the Ecuadorian government, in its national adaptation program PACC, for water governance. Cigarán presented experiences on the delineation of a community based adaptation strategy to deal with climate change at the Chinchipe River in northern Peru, using the NAPA methodology. Finally, Flórez, Cantillo and Mora contributed with a methodological approach directed towards defining a sustainability level as measure to climate change adaptation capacity, in the Pacific foothills of southern Colombia.

The results of the roundtable discussions on vulnerability, adaptation and monitoring are compiled in the last section of the document. They include detailed concepts and definitions followed by a list of management implications, as seen from the participants who provided national, regional and local perspectives.



Antecedentes



En octubre de 2008 se celebró en Perú, Lima, la reunión del grupo de expertos de las oficinas de cambio climático de Colombia, Ecuador y Perú denominada *Elementos para la Construcción de la Estrategia Andina de Cambio Climático*. Este taller parte de un trabajo que desde 2004 viene desarrollando la Secretaría General de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), para la construcción de la estrategia y los avances logrados en el marco del eje de cambio climático de la Agenda Ambiental Andina 2006-2010.

El objetivo del taller fue: “Establecer un conjunto de lineamientos y acciones comunes para afrontar los retos que impone el cambio climático en los países de la Comunidad Andina, que permitan fortalecer los esfuerzos desarrollados a nivel nacional y consolidar el posicionamiento de la subregión a nivel internacional”. Entre los elementos principales se establece la necesidad de desarrollar evaluaciones de vulnerabilidad e impactos potenciales del cambio climático y de formular e implementar planes, programas y proyectos en adaptación y mitigación.

En el tema de adaptación, diversas instituciones gubernamentales y no gubernamentales en la región adelantan esfuerzos a diferentes escalas, por lo que resulta relevante conocer estas experiencias de manera que se aporte en la definición de la estrategia a partir del análisis e intercambio de información sobre las mismas.

WWF reconoce esta necesidad y, en el marco de su trabajo en la región relacionado con el cambio climático, decide apoyar a la CAN en su esfuerzo de generación de la estrategia, en especial en lo relacionado con el tema de adaptación. En ese sentido organizó, en colaboración con la Fundación Humedales, el taller *Experiencias de adaptación al cambio climático en ecosistemas de montaña (páramos y bosques de niebla) en los Andes del Norte*. Este evento tuvo lugar en la ciudad de Bogotá, Colombia, los días 19 y 20 de febrero de 2009.

El presente documento recoge las memorias de este taller, complementadas con algunos elementos conceptuales relacionados. Confiamos en que brinden elementos importantes para el desarrollo de la estrategia andina de cambio climático, en especial en lo relacionado con el tema de adaptación y la puesta en marcha de evaluaciones de vulnerabilidad e impactos potenciales y la formulación e implementación de proyectos de adaptación para ecosistemas de montaña.

Objetivos



Objetivo general

Aportar a la definición de los lineamientos de una estrategia de adaptación de ecosistemas de montaña (páramos y bosques de niebla) al cambio climático, que permita a gobiernos nacionales, gobiernos regionales, autoridades indígenas y actores de la sociedad civil emprender acciones que mejoren la capacidad de adaptación local y minimicen los impactos esperados debido al cambio en las condiciones del clima.

Objetivos específicos

1. Conocer los avances y resultados de distintos análisis de escenarios climáticos para los Andes del Norte.
2. Conocer las evidencias y sensibilidad al cambio climático sobre ecosistemas, especies y servicios ambientales (ej. oferta hídrica y los suelos).
3. Identificar las áreas de mayor impacto por el cambio climático.
4. Aportar elementos que permitan definir acciones prioritarias en el marco del plan de acción de la estrategia regional de la CAN.

Agenda del taller



Febrero 19 de 2009

- 08:30 – 08:45 Apertura del taller WWF.
- 08:45 – 09:00 Objetivos y metodología.
- 09:00 – 09:20 Los Andes del Norte: perspectivas de adaptación al cambio climático. Dr. Luis Germán Naranjo, Director de Conservación, WWF Colombia.
- 09:20 – 09:40 Proyecto Nacional Integrado de Adaptación (Inap) Conservación Internacional / Ideam.
- 09:40 – 09:55 Refrigerio.

Evaluaciones de vulnerabilidad e impactos potenciales ante los efectos del cambio climático

Análisis de vulnerabilidad actual y futura

- 09:55–10:15 Escenarios de cambio climático en Colombia. Ideam / Universidad Nacional.
- 10:15– 10:35 Escenarios y experiencias de adaptación en cambio climático en Ecuador. Ministerio del Ambiente. Dr. Fausto Alarcón. Coordinador Nacional Encargado Proyecto: GEF/Pnud-MAE Adaptación al CC (Cambio Climático)/ Efectiva Gobernabilidad del Agua.

- 10:35–10:55 Incremento en la presión sobre los ecosistemas altoandinos por cambios en la adaptación de los cultivos. Dr. Andy Jarvis, *Senior Scientist*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (Ciat).
- 10:55 – 11:15 Preguntas.
- 11:15 – 11:35 El enfoque Napa (*National Program of Action*), aplicado a una estrategia local en Tabaconas / Namballe. María Teresa Cigarán, Gerente de Marketing e Investigación & Desarrollo. Fundación Libélula, Comunicación, Ambiente y Desarrollo.
- 11:35 – 11:55 Análisis de vulnerabilidad al cambio climático en la cordillera Real Oriental. César Suárez, WWF – Fundación Natura Ecuador.
- 11:55 – 12:30 Mesas de trabajo por tema: Escenarios y análisis de vulnerabilidad. Identificación de vacíos y necesidades.
- 12:30 – 14:00 Almuerzo.

Estudios para el análisis y monitoreo de impactos del cambio climático

- 14:00 – 15:20 Continuación mesas de trabajo
- 15:20 – 15:40 Experiencia de monitoreo de páramos. Proyecto Gloria Reserva Ecológica El Ángel. Dr. David Suárez. Programa de Ecología y Conservación. Corporación Grupo Randi Randi.
- 15:40 – 15:50 Preguntas a panelistas.
- 15:50 – 17:20 Mesas de trabajo por tema: Monitoreo del impacto del CC. Identificación de vacíos y necesidades en el marco de un ideal observatorio regional del clima.
- 17:20 – 18:00 Conclusiones de las mesas de trabajo.
- 18:00 – 18:30 Campaña global La Hora del Planeta WWF. Carmen Ana Dereix. Oficial de Publicaciones y Marca. WWF Colombia.

Febrero 20

Programa Subregional de adaptación

Identificación de las medidas actuales y proyectos de adaptación

- 08:00 – 08:30 Monitoreo biológico y experiencias de modelación biológica como elementos para la adaptación. Dr. Francisco Cuesta. Asesor Regional de Investigación. Condesan. Centro Internacional de la Papa.
- 08:30 – 09:00 Experiencia proyecto de adaptación en los páramos de Chingaza. Ideam.

- 09:00 – 09:15 Iniciativas de adaptación en los páramos de Anaimé y Chili, departamentos del Quindío y Tolima. Fundación Las Mellizas, Corporación Semillas de Agua.
- 09:15 – 09:30 Iniciativas de adaptación en la cuenca del río Güiza (Nariño). Fundagüiza. Guillermo Cantillo.
- 09:30 – 09:45 Preguntas.
- 09:45 – 10:00 Refrigerio

Lineamientos de política para la incorporación del enfoque de CC en los procesos de planificación del desarrollo

- 10:00 – 10:30 Avances en la Estrategia andina de cambio climático. Resultados taller octubre 2008, Dra. María Teresa Becerra, CAN.
- 10:30 – 10:50 Lineamientos de política de cambio climático, caso Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia.
- 10:50 – 11:10 Gestión del cambio climático e iniciativas de adaptación en el Perú. Ministerio del Ambiente del Perú.
- 11:40 – 12:30 Mesas de trabajo.
- 12:30 – 14:00 Almuerzo.

Identificación de acciones prioritarias dentro del marco del plan de acción

Trabajo conjunto de los países andinos alrededor de una agenda de interés común

- 14:00 – 15:00 Mesas de trabajo.
- 15:00 – 16:00 Discusión en Plenaria y Conclusiones.

Siglas, acrónimos y abreviaturas



AAPP	Áreas protegidas
Accra	Centro Latinoamericano de Investigación en Adaptación al Cambio Climático
APF	Marco de Políticas de Adaptación (sigla en inglés)
BHS	Balance Hídrico del Suelo
CAN	Comunidad Andina de Naciones
CAR	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (Colombia)
CC	Cambio Climático
CCG	Cambio Climático Global.
Cecdanea	Complejo Ecorregional Chocó-Darién, Noroccidente Ecuatoriano y Andes Noroccidentales (Colombia)
Cepal	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CEPF	Critical Ecosystem Partnership Fund
CDB	Convenio de Diversidad Biológica
CI	Conservación Internacional
Ciat	Centro Internacional de Agricultura Tropical
Cipav	Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático
CO ₂	Dióxido de Carbono
Conelec	Consejo Nacional de Electrificación (Ecuador)
Conpes	Consejo Nacional de Política Económica y Social

COP	Conferencia de las Partes
Copa	Comité de Ordenamiento Pesquero y Ambiental
Corpocaldas	Corporación Autónoma Regional de Caldas (Colombia)
Cortolima	Corporación Autónoma Regional del Tolima (Colombia)
CRO	Cordillera Real Oriental
Croprat	Planes Municipales de Prevención de Riesgos
CRQ	Corporación Autónoma Regional del Quindío (Colombia)
CVC	Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (Colombia)
Dane	Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia
Eeta	Estructura Ecológica Territorial Adaptativa
Eaab	Empresa de Acueducto de Bogotá (Colombia)
Elan	Red de Adaptación de Ecosistemas y Bienestar
Esri	Environmental System Research Institute
FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, en su sigla en inglés)
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GCMS	Modelos Climáticos Globales
GSM	Global Spectral Model
IAF	Índice de Ampliación de la Frontera Agrícola
Ideam	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Colombia)
Iica	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
Iied	International Institute for Environment and Development
Inamhi	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología de Ecuador
Inap	Programa Nacional de Adaptación al Cambio Climático
Inec	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Ecuador
Inei	Instituto Nacional de Estadística e Informática de Perú
Invemar	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives” (Colombia)
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático (por su sigla en inglés)
IRM	Índice de Riesgo Materializado
IVI	Índice de Vulnerabilidad por Infraestructura
Ivins	Índice de Vulnerabilidad Institucional
Ivse	Índice de Vulnerabilidad Socioeconómica
Jica	Agencia de Cooperación Internacional de Japón
LDC	Países Menos Adelantados (sigla en inglés)
MAE	Ministerio de Ambiente (Ecuador)
MD	Mecanismo de Desarrollo Limpio
Napa	Programa de Acción Nacional para la Adaptación

NBI	Necesidades Básicas Insatisfechas
NCCSAP	Programa Holandés de Asistencia Técnica para Estudios de Cambio Climático
Osact	Órgano Subsidiario de Asesoramiento Técnico
Pacc	Proyecto de Adaptación al Cambio Climático en Ecuador
PDC	Plan de Desarrollo Concertado de Perú
PNN	Parque Nacional Natural
Pnud	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
Pomca	Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas
POT	Plan de Ordenamiento Territorial
ppm	partes por millón
Precis	Providing Regional Climates for Impacts Studies
Redd	Reducción de Emisiones de gases de efecto invernadero por Deforestación y Degradación Evitada
RCMs	Modelos Regionales de Clima
Sean	Sistema Estadístico Agropecuario Nacional (Ecuador)
Senamhi	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
Sinap	Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Colombia)
Sirap	Sistema Regional de Áreas Protegidas (Colombia)
Sirap-PMCN	Sistema subregional de áreas protegidas para el Piedemonte Costero Nariñense (Colombia)
Siise	Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador
TNC	The Nature Conservancy
UAESPNN	Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (Colombia)
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
Unep	United Nations Environmental Programme (PNUMA en español)
Usle	Ecuación universal de pérdida de suelos
WWF	<i>World Wide Fund for Nature</i> , también conocido como <i>World Wildlife Fund</i>
ZEE	Estrategia para la implementación de la zonificación ecológica económica (Perú)



Presentaciones Institucionales





WWF y el cambio climático

XIMENA BARRERA¹



En nombre de WWF y de nuestra directora Mary Lou Higgins, quiero darles la bienvenida a este taller. Conscientes de los impactos que el cambio climático está causando sobre la faz de la Tierra, WWF ha desarrollado esfuerzos en el mundo y en Colombia tendientes a enfrentar esta amenaza y así cumplir su misión de detener la degradación ambiental en el planeta y construir un futuro en el que el ser humano viva en armonía con la naturaleza. En ese sentido, la organización generó el documento *WWF's Plan to Protect the Planet from Climate Change* en 2007, en el que se promueve el desarrollo de medidas enfocadas a la mitigación y la adaptación al cambio climático y que sean acordes con los objetivos que WWF se ha planteado, en términos de reducir la huella ambiental que deja el ser humano y proteger la biodiversidad.

Para reducir la huella de carbono, WWF ha participado de manera muy activa en las negociaciones internacionales de cambio climático buscando metas y reglas relacionadas con la reducción de emisiones globales para que el calentamiento esté por debajo de 2°C. Asimismo, la organización ha promovido acciones relacionadas con la reducción del uso de combustibles fósiles, el fomento a la innovación y la inversión en eficiencia energética y las tecnologías bajas en carbono. En Colombia estamos iniciando esfuerzos en ese sentido y estamos generando alianzas con sectores relevantes para que

1. Directora de Política Pública y Responsabilidad Corporativa, WWF Colombia

se motiven a calcular, mitigar y compensar sus emisiones de gases efecto invernadero. Para dar ejemplo, las emisiones provocadas por viajes de funcionarios de WWF son compensadas por medio de una alianza con *Climate Friendly*, con el fin de reducir nuestra huella de carbono. También buscamos que las personas e instituciones tomen conciencia sobre el cambio climático y promovemos la campaña que posiblemente tenga más amplitud de convocatoria a nivel mundial, relacionada con tomar acciones para reducir nuestra huella de carbono. Esta campaña, llamada La Hora del Planeta, va a ser presentada en el marco de este evento y desde ya los invitamos a involucrarse en la misma.

En cuanto a la protección de la biodiversidad, WWF busca que para el 2012 los sitios globalmente significativos, vulnerables y muy biodiversos sean más resilientes a los impactos del cambio climático. Esto implica necesariamente que los gobiernos y la comunidad en general aseguren en éstos la adaptación efectiva y el manejo. Para lograr lo anterior, WWF lidera estrategias y acciones de adaptación al cambio climático, prioridad para la región, pues, pese a que en los países de la comunidad andina las emisiones de gases de efecto invernadero representan una reducida proporción en relación con el total mundial, enfrentan altos riesgos de sufrir los efectos de este problema, dada la fragilidad y vulnerabilidad de su población y sus ecosistemas. Por lo tanto, entre las acciones que desarrollamos están:

- Mejorar la capacidad técnica y concienciación de los actores locales para la identificación y medición de las perturbaciones ambientales relacionadas con cambio climático.
- Desarrollar análisis de vulnerabilidad de ecosistemas estratégicos y modelar la respuesta de áreas sensibles a diferentes escenarios de cambio climático.
- Desarrollar modelos y prácticas replicables de manejo de paisaje para asegurar la provisión de los servicios ecosistémicos.

Debe destacarse que se busca que los esfuerzos relacionados con la adaptación al cambio climático puedan ser conocidos y sirvan de insumo para posteriores actividades orientadas a disminuir la vulnerabilidad del país. Parte de ese esfuerzo se desprende de este taller, que no sólo busca aportar en la definición de lineamientos para una estrategia de adaptación de ecosistemas de montaña en la región que sirva de insumo al desarrollo de la estrategia de cambio climático de la CAN, sino que busca además aprender de instituciones líderes y generar espacios de encuentro y fortalecimiento que permitan una mejor adaptación al cambio climático.

Adaptación al cambio climático

en los Andes del Norte

LUIS GERMÁN NARANJO², XIMENA BARRERA³
Y CÉSAR FREDDY SUÁREZ⁴



Los Andes del Norte abarcan un área de 600.000 km² de bosques montanos y páramos. Estos ecosistemas contienen una extraordinaria biodiversidad que, en términos de densidad, excede a la celebrada riqueza de la región amazónica. Los Andes del Norte también albergan más de 40 millones de personas en Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú, 70% de ellas dependientes de los bienes y servicios ambientales provistos por los ecosistemas de montaña.

Se trata de bienes y servicios ambientales valiosos pero muy vulnerables ante los efectos del cambio climático global. Según las estimaciones del tercer y cuarto informes del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por su sigla en inglés), los impactos en la región se evidenciarán en la desaparición de glaciares y el cambio en la estructura de los ecosistemas de alta montaña, en especial el páramo, con efectos en la disponibilidad de recursos hídricos y por ende afectando no sólo a las poblaciones andinas.

En este contexto, en octubre de 2008 se celebró en Lima, Perú, la reunión del grupo de expertos de las oficinas de cambio climático de Colombia, Ecuador y Perú, denominada “Elementos para la construcción de la estrategia andina de cambio climático”. Este taller parte de un trabajo que desde el año 2004 viene desarrollando

-
2. Director de Conservación, WWF Colombia.
 3. Directora de Política Pública y Responsabilidad Corporativa, WWF Colombia.
 4. Coordinar Sistemas de Información Geográfico, WWF Colombia.

la Secretaría General de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), para la construcción de esta estrategia y los avances logrados en el marco del eje de cambio climático de la Agenda Ambiental Andina 2006-2010. El taller tuvo como objetivo:

Establecer un conjunto de lineamientos y acciones comunes para afrontar los retos que impone el Cambio Climático en los países de la Comunidad Andina, que permitan fortalecer los esfuerzos desarrollados a nivel nacional y consolidar el posicionamiento de la subregión a nivel internacional.

Entre los elementos principales se establece la necesidad de desarrollar evaluaciones de vulnerabilidad e impactos potenciales del cambio climático y de formular e implementar planes, programas y proyectos en adaptación y mitigación. En el tema de adaptación, instituciones gubernamentales y no gubernamentales en la región han adelantado diversos esfuerzos, por lo que resulta relevante conocer estas experiencias de manera que se aporte en la definición de la estrategia a partir del análisis e intercambio de información sobre las mismas.

El Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF Colombia), reconoce esta necesidad y viene adelantando actividades orientadas al desarrollo de lineamientos para la adaptación de paisajes y regiones prioritarias. El trabajo se enfoca hacia el desarrollo de análisis de vulnerabilidad al cambio climático, como aporte a ejercicios participativos para la identificación de rutas de acción que permitan responder a las amenazas del cambio climático a escala local y regional. Por este motivo decide apoyar a la CAN en su esfuerzo de generación de la estrategia, en especial en lo relacionado con la adaptación. En ese sentido, se plantea la realización del taller “Experiencias de adaptación al cambio climático en los ecosistemas de montaña (páramos y bosques de niebla) en los Andes del Norte”, en la ciudad de Bogotá, Colombia, seguros de que brindará elementos importantes para el desarrollo de la estrategia andina de cambio climático, en lo relacionado con la adaptación y la puesta en marcha de evaluaciones de vulnerabilidad e impactos potenciales y la formulación e implementación de proyectos en el tema, en ecosistemas de montaña.

La adaptación al CCG como proceso de aprendizaje

GERMÁN I. ANDRADE⁵



El mundo está cambiando muy rápido. Hace muy poco nos encontrábamos todavía controvirtiendo a los detractores del cambio climático, quienes en una confabulación desde la política pública capturada por los grandes intereses del petróleo o el pretendido escepticismo ilustrado de estadísticos, habían convertido las causas del cambio climático en una débil hipótesis política. En poco tiempo, sobre todo después del llamado consenso del IPCC, nos encontramos discutiendo con toda la sociedad cómo enfrentar las innegables consecuencias. Consecuencias que se dibujan más preocupantes que lo que se había delineado en los escenarios más pesimistas. Porque las relaciones no lineales entre el sistema atmosférico y los seres vivos, producen cambios acelerados, sorpresas y saltos cualitativos. Más rápido está cambiando el mundo, que nuestra respuesta a las nuevas situaciones. De un día para otro, sin haber concluido ni siquiera un acuerdo básico en la sociedad para implementar las agendas planteadas para un mundo que considerábamos solo amenazado, hoy debemos construir una *expertise*, para responder a un mundo en riesgo de cambio profundo. Para ello debemos acudir a la relectura, en el nuevo contexto inesperado, de lo que veníamos haciendo. Por eso no puede decirse que haya expertos, ni experiencias de adaptación al cambio climático. Hay aprendices.

5. Fundación Humedales de Colombia. Profesor Facultad de Administración, Universidad de los Andes.

Así como las comunidades alpaqueras de la cuenca del lago Titicaca tienen en su acervo cultural conocimiento y prácticas que les permiten enfrentar los extremos de los elementos, y generar así una práctica que sería al menos *pre-adaptativa* frente a la nueva incertidumbre del clima, quienes estudiamos y practicamos la conservación debemos revisar nuestros conceptos para encontrar en ellos las raíces de lo que ahora se llamará adaptación ante el cambio climático. Recoger lo que en el pasado ha sido adaptativo, para crear nuevos conceptos y cajas de herramientas, para enfrentar un futuro que nos llegó más rápido de lo esperado. Resulta urgente entonces, conocer cómo el cambio se está ya manifestando en la alta montaña andina, y cómo las comunidades, técnicos y hacedores de políticas, comienzan a responder. No para sacar lecciones concluidas de la incipiente conceptualización y experiencia, sino ante todo para crear una red de aprendizaje para la adaptación ante el cambio, que se presenta no sólo como climático, sino profundo en sus dimensiones socio-ecológicas.

Nunca antes en la historia del planeta había sido tan claro que los humanos no hemos dejado de ser parte de los ecosistemas, aunque hayamos tardado en reconocerlo. Las prácticas energéticas y el cambio del uso de la tierra han duplicado el CO₂ de la atmósfera, generado “desde arriba” como una variable lenta de jerarquía superior que posiblemente ya sobrepasó un umbral de cambio, toda una nueva naturaleza. Ahora debemos construir lo que será nuestra capacidad de mitigación de las causas del cambio, y de adaptación ante sus consecuencias: dos caras de la misma moneda, que llaman a una solidaridad humana planetaria, que deberá pasar por la generación —más allá de las ideologías— de una ética atmosférica y una nueva forma de ver y vivir en el mundo. De los Andes, con su enorme diversidad y altísima fragilidad, sin duda se deberán producir y diseminar lecciones. Los humedales, ecosistemas que pueden ser vistos como centinelas de lo que sucede en el paisaje —y ahora en el planeta— son sitios muy especiales para entender y aprender con el cambio en marcha. Por ello la Fundación Humedales no dudó en apoyar y participar en esta iniciativa, que deberá abrirse, expandirse y multiplicarse, para lograr, como dice la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), contribuir a “crear un clima para el cambio”.

Presentaciones sobre elementos conceptuales





Los Andes del Norte:

Perspectivas de Adaptación al Cambio Climático

LUIS GERMÁN NARANJO⁶

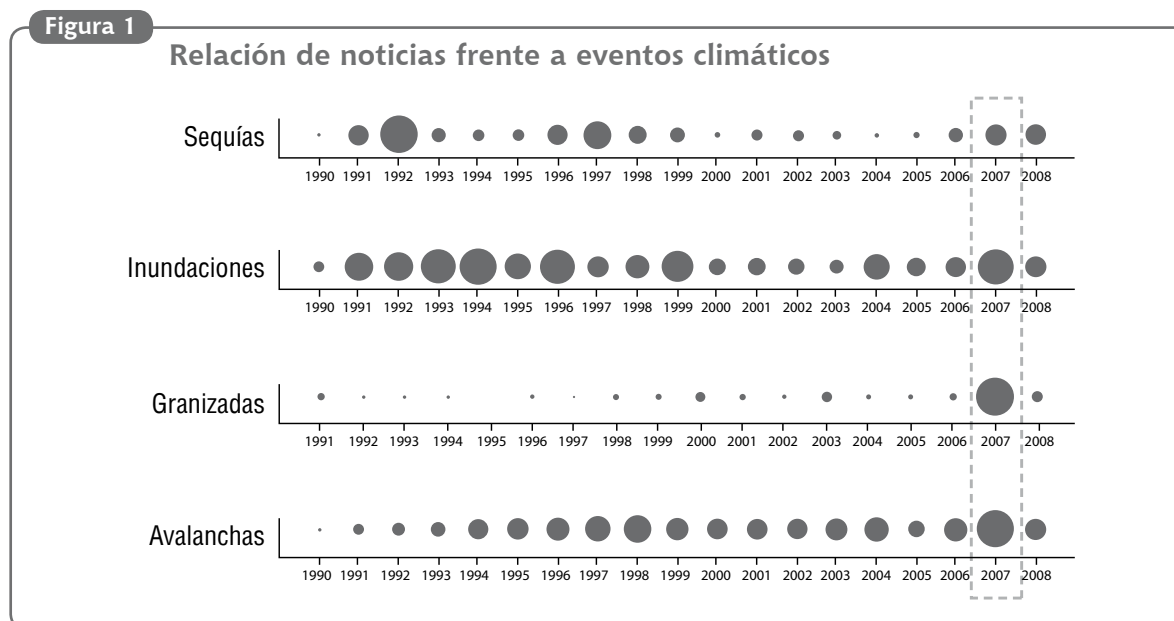


En nuestro lenguaje cotidiano tenemos un conjunto de términos y conceptos que usamos indistintamente y que se deben a la historia del conocimiento. Por ejemplo, nos enseñaron desde muy temprano en la educación escolar términos como las nieves perpetuas, o para aquellos que están en el campo del medio ambiente visiones como las que pudo haber tenido el Barón de Humboldt cuando vino al norte de Suramérica a principios del siglo XIX, en donde se nos planteaba la geografía de las plantas, dependiendo de cierta estabilidad del clima. Sin embargo, sabemos que ni las nieves son perpetuas, ni la distribución vertical de las plantas en gradientes altitudinales es estable, dado que el clima varía históricamente y los efectos de dicha variación a nivel ecosistémico se suman a los cambios globales derivados de la intervención humana.

Hasta hace unos 10 años el tema de cambio climático era ciencia ficción. Hoy en día está incluido en la cotidianidad. Sin embargo, cuando pensamos en cambio climático y tenemos conciencia de la amenaza que representa, generalmente lo confundimos con una serie de términos y empezamos a asociarlo con riesgos extremos, o con lo que en general llamamos desastres naturales. El motivo para esta relación es más que obvio. Un barrido de noticias públicas desde 1990 hasta el año 2008 en el diario El Tiempo de Bogotá, muestra la ocurrencia cada vez mayor de estos eventos extremos relaciona-

6. Director de Conservación, WWF Colombia.

dos con el clima y, aunque las tendencias de ocurrencia de cada tipo de evento no es uniforme, cuando coinciden temporalmente la suma de sus impactos es devastadora, como sucedió hace apenas dos años (Figura 1).



Fuente: diario El Tiempo.

Esta es una visión de riesgo relacionado con cambio climático. En su percepción, es necesario distinguir las diferentes escalas temporales y espaciales de los fenómenos observados, para poder determinar cuál es la vulnerabilidad de un sistema de interés y responder en consecuencia con una estrategia de adaptación adecuada.

Distinguiendo conceptos esenciales

Desde el comienzo hay una serie de preguntas que conviene separar cuando hablamos de vulnerabilidad:

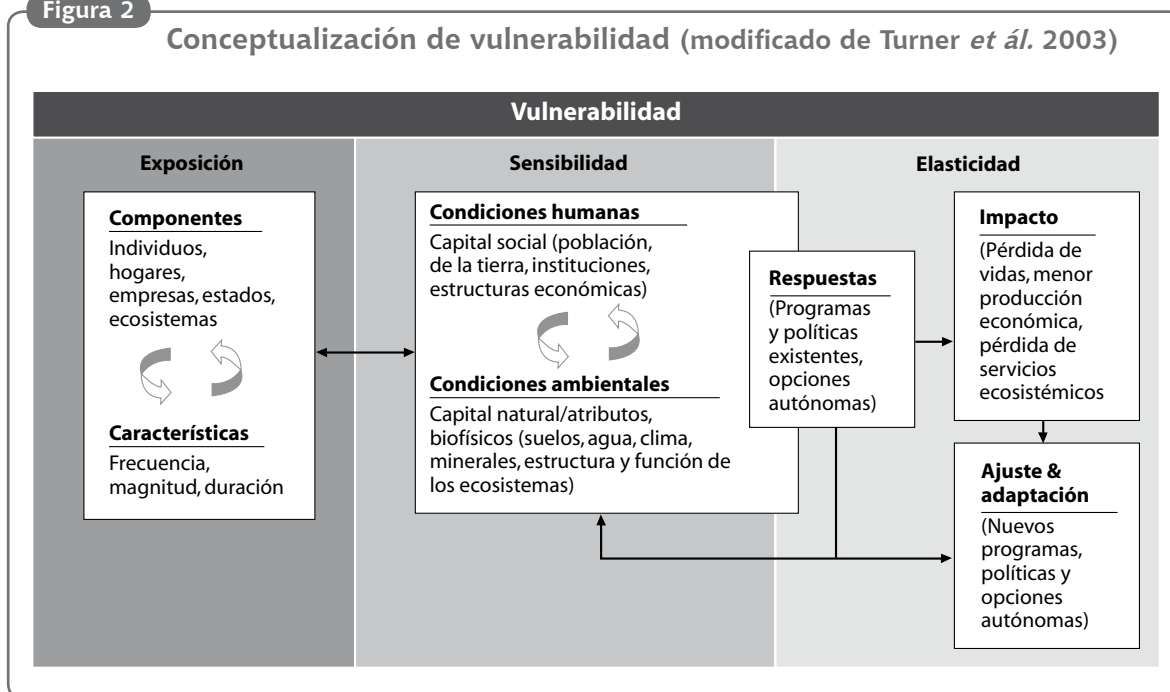
- ¿Estamos hablando realmente de la vulnerabilidad de un sistema o región, o hablamos de su exposición al cambio climático?
- ¿Estamos hablando de la sensibilidad de un sistema (qué tan duro le “pegan” los cambios que suceden), o de qué tan elástico o resiliente es un sistema para volver a recuperarse después de que fue perturbado?
- ¿Estamos hablando de qué tan adaptados estamos a los cambios que suceden en el ambiente, o de nuestra preparación para conseguir una respuesta adaptativa? (hacer ajustes permanentes a estas perturbaciones).

Todos estos conceptos están relacionados, pero no son necesariamente sinónimos y por eso es importante precisar lo que es vulnerabilidad, exposición y riesgo, sensibilidad y preparación o capacidad adaptativa. De la claridad que tengamos entre estos conceptos dependerá nuestra capacidad para desarrollar adaptación de manera efectiva. Esto es particularmente importante desde un punto de vista temporal; cuando hablamos de medidas de adaptación tenemos que tener presente que el cambio climático y el riesgo de afectación de un sistema por el mismo, presentan dinámicas a escalas temporales muy cortas y por lo tanto, de la respuesta que le demos a estas preguntas dependerá nuestra capacidad de respuesta o la preparación de medidas a un plazo más largo.

En la distinción de esos términos es importante tener en cuenta algunos aspectos: en primer lugar la vulnerabilidad, de acuerdo con el IPCC, es una función de la exposición de un sistema al cambio climático, de su sensibilidad y de su elasticidad (Figura 2), es decir, de la capacidad que tiene un sistema de retornar al punto de partida una vez perturbado y cada uno de estos factores se da en función de variables propias del sistema y otras que son inducidas. En este sentido intervienen tanto variables ambientales como condiciones humanas, y de ahí la importancia de tomar en cuenta un enfoque ecosistémico, cuando se analice la vulnerabilidad al cambio climático.

Figura 2

Conceptualización de vulnerabilidad (modificado de Turner *et ál.* 2003)



La distinción entre vulnerabilidad y riesgo es importante porque establece diferentes escalas temporales que son importantes. Aun cuando podamos dar respuestas inmediatas a un factor de perturbación de corto plazo (responder a riesgos inminentes) esto no nos hace más elásticos ni capaces de responder a cambios a largo plazo (más o menos vulnerables). Debemos ser capaces de responder ante cambios que están en el corto plazo, pero nuestra verdadera fortaleza frente a un cambio climático acelerado, como el que estamos viviendo, es el mantenimiento de la integridad y complementariedad de los ecosistemas pues estas propiedades son responsables por la elasticidad (resiliencia) para afrontar cambios a largo plazo. Es fundamental desarrollar mecanismos que refuercen la integridad y elasticidad, porque de esa forma se incrementa la habilidad de un sistema o de una región para reducir los impactos que anticipemos con la modelación de escenarios y la identificación de la forma cómo van a actuar las variables relacionadas.

Temas centrales para una adaptación efectiva

Hay varios temas centrales que deben ser abordados para desarrollar una adaptación efectiva al cambio climático. En primer lugar, ¿adaptación de qué y a qué? Es importante precisar si hablamos de adaptación o de la capacidad de ajuste de un ecosistema o de una especie frente a un cambio en las variables climáticas, o de la respuesta desde la sociedad para enfrentar los cambios en los ecosistemas o en las especies que afectan su provisión de bienes y servicios ecosistémicos. Distinguir entre estos cuestionamientos es importante porque afectan las escalas geográfica y temporal de las intervenciones, y de igual manera la utilización de recursos económicos.

Otro tema central es el de la evaluación coordinada y sistematizada de la información científica sobre cambio climático a distintas escalas. Cada día tenemos información sobre el comportamiento del clima, pero es importante reconocer que las modelaciones del clima a escala continental, resultan limitadas a escala regional, las regionales a escala nacional y las nacionales a escala local, y sobre todo en zonas de montaña como la cordillera de los Andes. Las variaciones debidas a la topografía pueden ser limitantes de los modelos climáticos y por lo tanto la evaluación permanente a distintas escalas es fundamental.

La integración de la información que se está construyendo en programas específicos de adaptación, debe hacerse por medio de intercambio institucional, por lo cual, es importante tener presente el rango de instituciones que trabajan a diferentes escalas y los aspectos temáticos de cada una. Las estrategias que desarrollemos deben ser lo suficientemente claras y holísticas, es decir, multidimensionales tanto en lo conceptual, como en términos de la participación; deben ser trans-sectoriales e intersectoriales. Para el desarrollo de esquemas de adaptación, es necesario tener claro el desarrollo de buenas prácticas en todos los niveles, independiente de qué estemos hablando.

La búsqueda de la sostenibilidad financiera debe incluir una inversión paralela, un desarrollo continuo de información a diferentes escalas y el mejoramiento de la toma de decisión en los distintos niveles de la gestión. Es muy importante que los sectores y los diferentes estamentos gubernamentales se incorporen en la búsqueda de sinergias.

Retos y necesidades

Una lista general de necesidades importantes a la hora de desarrollar esquemas de adaptación, debería incluir como mínimo:

- Un ajuste de las escalas de los distintos modelos climáticos para poder dar cuenta de los efectos locales, sobretudo en términos de topografía y elevación. Para desarrollar medidas de adaptación que sean razonables para un contexto geográfico específico es necesario tener la información a la escala que demanda dicho contexto geográfico.
- Análisis de vulnerabilidad social y ecológica para identificar prioridades geográficas.
- Modelación espacial de la distribución de especies piedranguulares. Nuestro conocimiento sobre el tema es todavía limitado y es urgente empezar a modelar la distribución de aquellas especies importantes para la dinámica de los ecosistemas ya que la modificación de su ecología puede causar un efecto dominó preocupante.
- Desarrollo de sistemas participativos de monitoreo, tomados como el seguimiento de las respuestas de los sistemas ecológicos y sociales frente al cambio climático. Para lograrlo, es necesario tener un registro sistematizado de estos aspectos, que nos permita realizar un verdadero manejo adaptativo.

- Fortalecimiento de la capacidad local para prevenir y mitigar los impactos de desastres naturales.
- Fortalecimiento de la efectividad de manejo de Áreas protegidas (AAPP) y de sus zonas de amortiguación.
- Incremento de la conectividad altitudinal y la redundancia de sistemas de AAPP.
- Restauración ecológica y reforestación de fuentes de agua.
- Integración de esfuerzos a lo largo de cuencas hidrográficas completas para minimizar el efecto dominó de impactos locales.
- Incremento de eficiencia en el uso de los recursos hídricos.

Referencias

Turner B. L., R. E. Kasperson, P.A. Matson, J.J. McCarthy, R.W. Corell, L. Christensen, N. Eckley, J.X. Kasperson, A. Luers, M. L. Martello, C. Polsky, A. Pulsipher and A. Schiller. 2003. "A framework for vulnerability analysis in sustainability science". *Pnas* 100 (14): 8074-8079.

Adaptación basada en ecosistemas

ÁNGELA ANDRADE PÉREZ⁷



Antecedentes

La Convención Marco de Naciones Unidas de Cambio Climático (CMNUCC), establece como objetivo “la estabilización de los gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático y en plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático asegurando que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitiendo que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible”⁸. Desde entonces, las principales acciones que se han dado desde el lado de la mitigación, principalmente con la suscripción del protocolo de Kioto, han estado dirigidas hacia estabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero, para evitar o minimizar la adaptación a futuro.

En el contexto de la CMNUCC, el trabajo en la adaptación figura como un tema transversal. Solamente hasta el Acuerdo de Marrakech en 2001, se empieza a ver como un área relevante de acción. A partir de la COP 7, el interés político por la adaptación se ha incrementado constantemente como complemento a las actividades de mitigación que constituían hasta entonces el tema principal de las negociaciones. Este interés por la adaptación culminó en la COP 11, en la cual se confió al Órgano Subsidiario de Asesoramiento Técnico (Osact),

7. Vicepresidente Global. Comisión de Manejo Ecosistémico. Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza.

8. Naciones Unidas. 1993. *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*.

el mandato de realizar un programa de trabajo sobre los aspectos técnicos y socio-económicos de los impactos, la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático.

Por su parte, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, IPCC (por su sigla en inglés), en su 4º informe del 2007, hace énfasis nuevamente en la necesidad de abordar la adaptación para enfrentar los impactos que el cambio climático tiene en todos los sectores⁹.

La adaptación se ha convertido en los últimos años en un tema central y es actualmente una de las áreas de mayor discusión en el proceso multilateral del cambio climático. El cuarto informe del IPCC presenta, dentro de sus principales hallazgos, el hecho de que cientos de millones de personas están expuestos a estrés por la escasez del agua y a los riesgos por inundación. De esta forma, a partir de la COP 12, en el 2008, este tema se posiciona en el Programa de Trabajo de Nairobi, el cual tiene como objetivo permitir a las partes comprender mejor los impactos y vulnerabilidades, y la adaptación frente al cambio climático, así como la capacitación para tomar decisiones con conocimiento de causa sobre medidas prácticas de adaptación. El programa promueve la recopilación, elaboración e intercambio de metodologías, datos, instrumentos y tecnologías relacionadas, en particular sobre los siguientes aspectos: evaluación de los impactos y la vulnerabilidad; recopilación y análisis de datos, en especial el fortalecimiento de redes de seguimiento y observancia sistemática relacionadas con el cambio climático histórico y previsto; elaboración de modelos, específicamente aquellos relacionados con la circulación general y su adaptación a niveles regionales y nacionales, y la evaluación, planificación y desarrollo de acciones relacionadas con la adaptación¹⁰.

Adicionalmente, los Programas de Acción Nacional para la Adaptación (Napa), se han constituido en instrumentos a nivel nacional para preparar de manera articulada las acciones hacia la adaptación al cambio climático. La forma como se han venido implementando hasta ahora estas iniciativas, si bien permite una orientación específica al tema de la adaptación al cambio climático, ha presentado algunas limitaciones: la carencia de un soporte científico apropiado, la falta de una visión holística al tema de la adaptación y un énfasis hacia las relaciones entre el cambio climático y la infraestructura.

La aproximación más adecuada al tema de la adaptación al cambio climático debe orientarse hacia la búsqueda de soluciones más desde el lado de los ecosistemas, y tener en cuenta su salud y resiliencia, para ayudar tanto a la población como a los ecosistemas y especies a enfrentar el cambio climático.

-
9. IPCC. 2007. *Cambio Climático 2007: Informe de Síntesis*. IPCC, Ginebra, Suiza. 104 p.
 10. UNFCCC. 2007. *Unidos por el Clima. Guía de la Convención sobre Cambio Climático y el Protocolo de Kioto*.

La Adaptación

La adaptación se define por el IPCC como “los ajustes a los sistemas naturales o humanos en respuesta a los estímulos actuales o esperados del clima o sus efectos para moderar los daños o explotar las oportunidades benéficas”¹¹. La adaptación es importante en todos los países, especialmente en los menos desarrollados, los pequeños estados insulares y aquellos en los cuales sus economías dependen de sectores vulnerables al clima como la agricultura, el turismo y la pesca.

En términos de diversidad biológica, la adaptación exitosa es un ajuste que hace un ecosistema o comunidad a un ambiente nuevo o cambiante sin una simplificación, pérdida en su estructura, funciones y componentes¹².

Visión a la Adaptación desde el Convenio de Diversidad Biológica

El concepto de adaptación y manejo adaptativo en el contexto del Convenio de Diversidad Biológica, está incluido desde la misma promulgación del Enfoque Ecosistémico¹³ en el año 2000, mediante la decisión V/6 como marco principal para la acción y el logro de sus tres objetivos: conservación, uso sostenible y distribución equitativa de los bienes y servicios. El Enfoque Ecosistémico se define como una estrategia para el manejo integrado y la restauración de la tierra, el agua y los recursos vivos. Establece doce principios de acción que se sustentan en las premisas del desarrollo sostenible, el manejo sostenible y la conservación. Se aplican, de manera flexible, en diferentes contextos sociales, económicos, ambientales y culturales.

Uno de los aspectos más relevantes del Enfoque Ecosistémico es concebir al hombre, la sociedad y su cultura como componentes centrales de los ecosistemas, rompiendo la separación conceptual y metodológica prevaleciente entre sociedad y naturaleza¹⁴.

El manejo ecosistémico es una actividad orientada a la solución de problemas y se sustenta en los principios básicos de las ciencias ecosistémicas y disciplinas afines con el fin de resolver los problemas con la adaptación del hombre al paisaje¹⁵.

El manejo adaptativo es uno de los principios del Enfoque Ecosistémico, adoptado por el CDB¹⁶, y que cumple con el requerimiento de responder a las cambiantes condiciones sociales y ecológicas. Se sustenta en el hecho de que el cambio es inevitable y por tanto debe ser tenido en cuenta en cualquier acción de manejo ecosistémico. Los ecosistemas por naturaleza son dinámicos y resilientes, sin embargo, requieren medidas especiales de adaptación y mitigación,

11. IPCC:
<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-annex-sp.pdf>.
12. CDB. 2006. Cuaderno Técnico 25. *Orientaciones para promover la sinergia entre las actividades dirigidas a la diversidad biológica, la degradación de la tierra y el cambio climático*.
13. CDB. 2000. Decisión V/6. Enfoque Ecosistémico.
14. Andrade, A. (ed). 2007. *Aplicación del Enfoque Ecosistémico en Latinoamérica*. CEM-IUCN.
15. Andrade, A. 2007. *op. cit.*
16. CDB. 2000. Decisión V/6. Enfoque Ecosistémico. V Conferencia de Las Partes.

para abordar problemas como el cambio climático, que pueden llevarlos más allá de su límite de funcionamiento. El manejo adaptativo debe tenerse en cuenta con especial prioridad en circunstancias en las cuales se considera que puede darse un riesgo de pérdida de hábitat y degradación, situaciones que deben ser abordadas de manera anticipada. Adicionalmente, reconoce la capacidad de resiliencia de los ecosistemas en respuesta a los disturbios naturales, por lo cual sus acciones deben orientarse a mantener o restaurar la capacidad del ecosistema, a un nivel que permita reducir consecuencias adversas.

El cambio climático afecta a muchos ecosistemas del planeta, situación que ha sido ampliamente documentada por numerosos estudios¹⁷. Las respuestas naturales de la diversidad biológica a los cambios producto de nuevas situaciones ambientales, son llamadas “adaptaciones autónomas”¹⁸. Estas incluyen propiedades tales como: resiliencia, capacidad de recuperación, inercia, vulnerabilidad y sensibilidad.

Se considera sin embargo que las adaptaciones autónomas, naturales, gestionadas, no son suficientes para detener la pérdida de la diversidad biológica, por lo tanto, es necesario el desarrollo de actividades definidas por la sociedad, conocidas como “adaptación planificada” para disminuir la pérdida de la diversidad biológica y de los servicios ambientales que proveen los ecosistemas a la sociedad. Estas acciones se deben implementar en los diferentes sectores, tales como la agricultura, el manejo del recurso hídrico, el desarrollo, la infraestructura, entre otros, y de igual forma, deben aplicarse a diferentes niveles de planificación: local, regional, subnacional, nacional e internacional. El “manejo adaptativo”, aporta criterios desde la CDB, a la forma como se debe abordar la “adaptación planificada”, privilegiando acciones que se basen en el mantenimiento de la infraestructura de los sistemas naturales y la integridad ecológica de los ecosistemas.

Algunos de los criterios para la adaptación en este contexto son:

- Actuar ahora, la incertidumbre que rodea la naturaleza del cambio climático y sus impactos no deben retardar las acciones de conservación.
- Mantener y aumentar la resiliencia de los ecosistemas para mejorar la capacidad de mitigar los efectos del cambio climático manteniendo su biodiversidad.
- Propender por el mantenimiento de la integridad ecológica de los ecosistemas.
- Acomodar los impactos del cambio climático, tanto los cambios graduales como los eventos extremos.

17. Kapos V., Scharlemann J.P.W., Campbell A., Chenery A., Dickson B. 2008. *Impacts of Climate Change on Biodiversity: A review of the recent scientific literature*. Unep World Conservation Monitoring Centre. Revised, March 2009.

18. CDB. 2006. *op. cit.*

- Facilitar la transferencia de conocimiento y acción entre aliados, sectores públicos, ONG, sectores privados, etc.
- Desarrollar una base científica y planificar estratégicamente. Se debe disponer de la mejor evidencia para el desarrollo de técnicas adecuadas.

El CDB¹⁹ recomienda varias aproximaciones para diseñar actividades de adaptación, entre las cuales incluye las “Evaluaciones Ambientales Estratégicas” y el “Enfoque Ecosistémico”. En el citado documento de la CDB, se propone una lista indicativa de actividades de adaptación, para cada una de las áreas temáticas propuestas por el Convenio. Estas acciones se clasifican en científica, tecnológica, institucional, de conducta, política, financiera, regulatoria y/o individual, y privilegian la conservación de la biodiversidad, más que los servicios de los ecosistemas como tales.

El Convenio de Diversidad Biológica ha desarrollado en el año 2007 una página electrónica, <http://adaptation.cbd.int>, la cual incluye experiencias de adaptación y monitoreo de las mismas.

La Adaptación Basada en los Ecosistemas

La Adaptación Basada en los Ecosistemas²⁰ (EBA, por su sigla en inglés), es un enfoque para construir resiliencia y reducir el riesgo en los ecosistemas, en la biodiversidad y en las comunidades locales. Surge por iniciativa de varias organizaciones observadoras invitadas a proponer ideas, visiones y propuestas sobre la adaptación, en el marco del Plan de Acción de Bali²¹. En este contexto, la adaptación se visualiza como un elemento fundamental para la creación de una sociedad resiliente. Es una propuesta que tiene por objeto demostrar cómo las soluciones basadas en el ecosistema pueden funcionar para abordar el cambio climático, proporcionando al mismo tiempo beneficios de bienestar social y conservación de los ecosistemas y su biodiversidad. Se presentó por primera vez en Poznan, en diciembre del 2008 en la COP 14 de la CMNUCC, y en la actualidad se ha consolidado como un documento de posición política liderada por UICN y otras organizaciones, en el marco de las negociaciones y discusiones de la mencionada convención²².

Aunque esta propuesta aún carece de un marco conceptual y metodológico específico, comparte las premisas y principios del Enfoque Ecosistémico. Se basa en la hipótesis de que los ecosistemas bien manejados apoyan la adaptación, mediante el aumento de su resiliencia y la disminución de la vulnerabilidad de la población y su sustento, a los impactos del cambio climático. Los ecosistemas bien manejados tienen un amplio potencial de adaptación, se resisten y

19. CDB. 2006. *op. cit.*

20. IUCN. 2008. *Ecosystem-based adaptation: an approach for building resilience and reducing risk for local communities and ecosystems*. Documento presentado ante la COP 14 en Poznan.

21. A nombre de: UICN, The Nature Conservancy, WWF, Conservation International, Birdlife International, Indigenous Peoples of Africa Co-coordinating Committee, Practical Action, Wild Foundation, Wildlife Conservation Society, Fauna and Flora International and Wetlands International.

22. IUCN. 2009. *Ecosystem-based Adaptation*. Policy briefing.

recuperan más fácilmente a eventos extremos del clima y suministran una amplia gama de beneficios a la población que depende de ellos. En contraste, ecosistemas pobremente manejados, fragmentados y degradados, incrementan la vulnerabilidad de la población y la naturaleza a los impactos del cambio climático.

El concepto de “Adaptación Basada en Ecosistemas”, puede ser complementario al concepto de “Adaptación basada en Comunidades”, propuesto por el IUFRO en el 2007²³. Esta iniciativa describe un conjunto de actividades orientadas hacia la adaptación al cambio climático por las comunidades y los más pobres. Recientemente ha producido una página electrónica en la cual se intercambian experiencias. La sinergia entre estas dos iniciativas es fundamental para aunar esfuerzos y permitir que la adaptación se aborde de una forma integral, para beneficio de las comunidades y el mantenimiento de los ecosistemas de los cuales dependen para su sustento.

La Adaptación Basada en los Ecosistemas cumpliría dos roles principales en el campo de la adaptación al cambio climático: por una parte, aportar un marco holístico en la conceptualización de la política y visión de la adaptación en el largo plazo, mediante una articulación de las diferentes convenciones internacionales y políticas sectoriales en el territorio, y por otro lado, en la gestión misma de los ecosistemas, tal como el manejo integral del recurso hídrico, la reducción de riesgos a desastres naturales, el desarrollo de los recursos naturales hacia las comunidades, la producción agrícola sostenible y la conservación de la diversidad biológica.

En lo referente al ámbito político, esta perspectiva permite establecer sinergia entre las acciones hacia la adaptación que se vienen promoviendo por parte de las diferentes convenciones internacionales tales como la CMNUCC, la Convención para la Lucha contra la Desertificación y la Sequía, la Convención Ramsar, la CDB, entre otras. De igual forma, aporta un marco integral para armonizar las acciones de mitigación que se vienen tomando en el interior mismo de la CMNUCC, evitando que las iniciativas de reducción de emisiones, el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) o la Reducción de Emisiones por Deforestación Evitada (Redd), tengan efectos negativos sobre la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas.

Adicionalmente, este concepto sirve de base para la formulación de los Planes Nacionales de Adaptación (Napa, por su sigla en inglés) y permite articular las políticas públicas sectoriales en torno a la adaptación, en el nivel nacional, regional y local, especialmente las políticas de agricultura, energía, urbanización y desarrollo de infraestructura.

23. Iufro. 2009. World Series Vol. 22. *Adaptation of forests and people to climate change*. P. Kotiola (ed.).

Por otra parte, en el contexto de la gestión misma, la adaptación basada en los ecosistemas, incluye un amplio rango de estrategias a nivel local y escala de paisaje, que permiten a la comunidad y la naturaleza enfrentarse al cambio climático. Se aplica de forma apropiada, como parte de una estrategia de adaptación, que incluye educación, entrenamiento, concientización y medidas de desarrollo tecnológico cuando se requiera. Este enfoque permite unificar las aproximaciones hacia el manejo de los ecosistemas, en función de la adaptación.

La adaptación basada en los ecosistemas se centra en las decisiones del hombre y la sociedad, con el fin de construir resiliencia tanto de la comunidad como de su territorio, ante los inevitables efectos del cambio climático. Hace especial énfasis en los servicios de los ecosistemas que sustentan el bienestar humano y por tanto, son decisivos para regular el clima. Contribuye a ayudar a las comunidades a adaptarse al cambio climático al desarrollar la resiliencia, mejorar la capacidad de adaptación y generar beneficios económicos adicionales.

Algunas de las ventajas que provee este enfoque son²⁴:

- Permite manejar de forma balanceada los riesgos climáticos y no climáticos, aumenta la resiliencia y reduce la vulnerabilidad a riesgos climáticos y no climáticos.
- Aumenta la salud y resiliencia de los ecosistemas, y permite enfrentar mejor las condiciones de variabilidad y cambio climático.
- Promueve compromisos con las comunidades locales y es sensible a los temas de género.
- Es descentralizado, al nivel más bajo apropiado: se sustenta en los principios del enfoque ecosistémico, y se construye de abajo hacia arriba mediante el compromiso y la participación de las comunidades locales.
- Busca empoderar la acción local.
- Es altamente participativo, incluye los sectores y actores relevantes de la sociedad.
- Tiene en cuenta el conocimiento de las comunidades indígenas y tradicionales.
- Propone soluciones integrales y cooperación entre sectores y agencias: se asegura que en todo el proceso estén involucrados diferentes sectores que intervienen en la política y la planificación.
- Evita acciones inapropiadas de adaptación. Tiene coherencia con el principio precautelar, evitando los riesgos que pueden tener las afectaciones negativas en los ecosistemas, derivadas de la implementación de acciones “no adaptativas”.

24. Modificado y complementado a partir de IUCN. 2009. *op. cit.*

Los principales sectores con los cuales existen oportunidades de sinergia en la política sectorial y la práctica son²⁵:

- **Gestión integral del agua:** Gran parte de los impactos del cambio climático se sienten a través del agua: sequía, inundaciones, lluvias extremas, derretimiento de glaciares, etc. El manejo integral del agua se convierte de esta forma en el centro de las políticas de adaptación, mediante la construcción y el mantenimiento de la infraestructura de las cuencas hidrográficas y los servicios que ésta presta.
- **Reducción del riesgo a los desastres naturales:** Los ecosistemas bien manejados actúan como barreras naturales y mitigan el impacto a eventos extremos, tales como inundaciones, fuego, deslizamientos, huracanes, etc. La restauración de estos ecosistemas pueden ser medidas costo-efectivas, comparadas con la construcción de obras de defensa alternativas.
- **Desarrollo de comunidades basadas en recursos naturales:** Existe una alta complementariedad con la “adaptación basada en comunidades”, al mantener y restaurar los ecosistemas saludables que son más resilientes a los impactos del cambio climático. Apoya a las comunidades indígenas y locales promoviendo el conocimiento tradicional y buscando la forma de adaptarlo al cambio climático.
- **Producción agrícola sostenible:** Tiene muchas sinergias con las aproximaciones al desarrollo agrícola, incluyendo la resiliencia de los sistemas agrícolas, el manejo a nivel de paisaje y la promoción de sistemas agro-ecológicos, entre otros.
- **Conservación y uso sostenible de la biodiversidad:** Se incluyen prácticas de conservación y conectividad de ecosistemas y áreas protegidas, así como iniciativas de restauración de paisajes fragmentados y degradados.
- **Manejo forestal sostenible:** Es una de las principales acciones que se implementa a nivel local y que está inmersa en los planes forestales nacionales, que deben articularse con las acciones de adaptación y mitigación²⁶.

25. IUCN. 2009. *op. cit.*

26. Roberts, G. 2009. “Current adaptation measures and policies”. En P. Kotila (ed.). *Adaptation of forests and people to climate change*. Iufro. World Series. Vol. 22.

Tabla 1 Niveles de gestión en los cuales la Adaptación Basada en Ecosistemas se puede aplicar a nivel global y en los Andes del Norte

INTERNACIONAL	NACIONAL	REGIONAL-LOCAL
CMNUCC Articulación de iniciativas de reducción de emisiones. Mecanismo de Desarrollo Limpio. Reducción de emisiones por deforestación evitada. Planes Nacionales de Adaptación (Napa). Plan de Acción de Nairobi. Nuevo Arreglo a partir del 2012. Articulación con otras convenciones: Ramsar, Convenio de Diversidad Biológica, Convención de Lucha contra la Desertificación y la Sequía.	Elaboración de planes nacionales de adaptación al cambio climático. Contribución a políticas nacionales de adaptación y mitigación al cambio climático. Articulación de políticas sectoriales: agricultura, energía, urbanización, infraestructura. Planes nacionales de desarrollo.	Planes de ordenamiento territorial municipal. Planes de Ordenación de Cuencas (Pomca). Gestión integral del recurso hídrico. Reducción del riesgo a desastres naturales. Producción agrícola sostenible. Manejo forestal sostenible. Restauración de ecosistemas. Conservación de la biodiversidad-corredores.

Desde el punto de vista ecológico, esta aproximación se sustenta en el rol que representa la “infraestructura natural” de los ecosistemas, como base para enfrentar la adaptación, por ejemplo, la gestión a nivel de cuenca hidrográfica, incluyendo el ciclo hidrológico y el rol de todos sus acuíferos, meandros, bacines y demás estructuras y ecosistemas asociados, que cumplen un rol en el suministro del agua, la regulación de las inundaciones, entre otros. Considera las relaciones espaciales y funcionales de los ecosistemas en un territorio, demostrando la necesidad de abordar su gestión de manera integral, teniendo en cuenta todos los espacios geográficos y comunidades que pueden verse afectados por una acción efectuada en un solo sitio.

La aplicación de este enfoque significa que, por ejemplo, para reducir la vulnerabilidad ante las tormentas y el ascenso del nivel del mar, puede llegar a ser más beneficioso invertir en el mantenimiento de los ecosistemas en su estado natural o su restauración, que en obras civiles. De igual forma, la restauración de los ríos y humedales como ecosistemas de soporte al flujo natural del agua, puede contribuir de forma más eficiente a la regulación de caudales, control de inundaciones y a minimizar la vulnerabilidad de las poblaciones que viven en zonas aledañas.

Desde el punto de vista de la conservación de la biodiversidad, la adaptación basada en ecosistemas posibilita que la naturaleza misma pueda adaptarse mejor al cambio climático. Un ejemplo del

tipo de medida sería la consolidación de espacios de conectividad en paisajes productivos, de tal forma que permitan la conexión de las áreas protegidas y de los remanentes de vegetación natural, garantizando el flujo de especies en un amplio mosaico geográfico.

Desde el punto de vista cultural, esta aproximación hace énfasis en la importancia de proteger y restaurar áreas con alto significado cultural, incluyendo aquellas que son relevantes para la sobrevivencia de comunidades indígenas y tradicionales.

Las acciones que contempla el CDB para la adaptación de la biodiversidad en las montañas, están principalmente orientadas a conservar la biodiversidad a nivel de ecosistemas y especies, pero no hacen referencia a los servicios ambientales que generan estos ecosistemas y los servicios que otorgan a las comunidades que viven de ellos.

Por su parte, las acciones que se privilegian mediante la aplicación de la adaptación basada en ecosistemas son, entre otras, las siguientes:

- Introducción de criterios de adaptación en los planes de ordenamiento territorial, planes de uso de la tierra y planes de ordenación de cuencas hidrográficas.
- Gestión integral del agua: este aspecto es fundamental, teniendo en cuenta los posibles efectos del derretimiento de glaciares y el flujo de agua en las montañas.
- Rehabilitación y restauración de ecosistemas degradados.
- Promoción de la regeneración natural de bosques y otros ecosistemas degradados.
- Promoción de sistemas agroforestales para ampliar la capacidad de recuperación del ecosistema y sus servicios ambientales.
- Establecimiento de corredores, principalmente en zonas riparias, y consolidación de una matriz de conectividad en el paisaje.
- Reducción de la presión por el cambio en el uso de la tierra y evitar la conversión de ecosistemas naturales hacia otros usos.
- Establecimiento de áreas protegidas a nivel local.
- Desarrollo de sistemas agrícolas que promuevan la diversidad y minimicen el riesgo económico y ecológico a las poblaciones locales.
- Recuperación del conocimiento tradicional relacionado con prácticas agrícolas y de conservación.

Por otra parte, debido a que todas estas acciones de manejo adaptativo del paisaje se desarrollan casi de forma experimental, y con altos niveles de incertidumbre, es deseable consolidar una base para el seguimiento de todos los procesos sociales, ecológicos y econó-

micos y así evaluar el impacto que estas acciones tienen no sólo en los ecosistemas sino en las comunidades.

Las intervenciones propuestas en el paisaje deben sustentarse en el reconocimiento de la incertidumbre²⁷ y contemplar un sistema de monitoreo que permita anticipar la modificación de futuras intervenciones de manejo de acuerdo a la forma como se comporta el sistema y el aprendizaje obtenido. Estas intervenciones deben estar acompañadas de un plan de manejo adaptativo de los ecosistemas, que comprenda las decisiones efectuadas y modificadas en función de lo que se conoce y aprende del sistema, incluyendo la información sobre el estado inicial, previo a la aplicación de acciones de manejo. El plan de monitoreo debe especificar las variables que se deben evaluar y una caracterización de la incertidumbre inherente al proceso de observación misma.

Red de Adaptación de Ecosistemas y Bienestar -Elan²⁸

Esta red tiene por objeto buscar la adaptación rápida y oportuna de los ecosistemas y su biodiversidad al cambio climático. Existe una necesidad inminente de trabajo en red, con el fin de difundir y escalar las experiencias más efectivas de adaptación, y desarrollar y aplicar técnicas y conocimiento sobre la adaptación basada en ecosistemas.

Las principales acciones propuestas se centran en el desarrollo de capacidades, creando opciones de adaptación y recursos, así como mecanismos de información y apoyo para asegurar que las políticas establecidas respondan de manera integral a la adaptación al cambio climático.

Esta red, propuesta por la UICN y el WWF, está orientada a la investigación y la acción, y está comprometida en suministrar soluciones prácticas e innovadoras de adaptación y reducción de riesgos, y contribuir con la difusión de conocimiento y prácticas de adaptación.

La red permitirá a todos los países, y dentro de ellos a los ubicados en los Andes del Norte:

- El intercambio de conocimiento y buenas prácticas en la adaptación de ecosistemas y comunidades al cambio climático, mediante la conexión entre científicos, formuladores de política, practicantes locales y comunidades.

27. Existen niveles de incertidumbre en los procesos, modelos, observación y comportamiento mismo del sistema natural.

28. IUCN. 2009. *Elan— the Ecosystems and Livelihoods Adaptation Network*.

- Desarrollar opciones de adaptación y acelerar su implementación, apoyando la construcción de una base científica a la “Adaptación basada en ecosistemas”.
- Mejorar las políticas de adaptación al cambio climático en la CMNUCC y los gobiernos nacionales, mediante el suministro de evidencias y recomendaciones a quienes formulan políticas públicas.
- Facilitar las prácticas de adaptación basadas en ecosistemas, en paisajes en los cuales los ecosistemas y las comunidades son más vulnerables al cambio climático.

Referencias

- Andrade, A. (ed.). 2007. *Aplicación del Enfoque Ecosistémico en Latinoamérica*. CEM-IUCN.
- CDB. 2006. *Cuaderno Técnico 25. Orientaciones para promover la sinergia entre las actividades dirigidas a la diversidad biológica, la degradación de la tierra y el cambio climático*.
- CDB. 2000. *Decisión V/6. Enfoque Ecosistémico*. V Conferencia de las Partes.
- IPCC. 2007. *Cambio Climático 2007:Informe de Síntesis*. IPCC, Ginebra, Suiza, 104. pp.
- IUCN. 2009. *Ecosystem-based Adaptation*. Policy briefing.
- IUCN. 2008. *Ecosystem-based adaptation: an approach for building resilience and reducing risk for local communities and ecosystems*. Documento presentado ante la COP 14 en Poznan.
- Iufro. 2009. *World Series Vol. 22. Adaptation of forests and people to climate change*. Pia Kotiola. Ed.
- Kapos, V., J.P. Scharlemann, A. Campbell, A. Chenery, and B. Dickson. 2008. *Impacts of Climate Change on Biodiversity: A review of the recent scientific literature*. Unep World Conservation Monitoring Centre. Revised, March 2009.
- Naciones Unidas. 1993. *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*.
- Roberts, G. 2009. “Current adaptation measures and policies”. En P. Kotila (ed.). *Adaptation of forests and people to climate change*. Iufro. World Series. Vol. 22.
- UNFCCC. 2007. *Unidos por el Clima. Guía de la Convención sobre Cambio Climático y el Protocolo de Kioto*.

Evaluaciones de vulnerabilidad
e impactos potenciales ante los
efectos del cambio climático:

Análisis de vulnerabilidad actual y futura





Escenarios de Cambio Climático en Colombia

JOSÉ FRANKLYN RUIZ MURCIA²⁹



Para anticipar el cambio climático del futuro, necesitamos proyectar de qué modo cambiarán los gases de efecto invernadero (GEI). Una serie de escenarios de emisiones ha sido desarrollada por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, IPCC, conocido como *Special Report on Emissions Scenarios*. Estos escenarios de emisiones reflejan un número de diferentes caminos por los que el mundo podría seguir y las consecuencias que esto conllevaría para la humanidad, para el crecimiento económico, el uso de la energía y la tecnología.

Un escenario es un resultado plausible y consistente que ha sido construido para explicar las consecuencias potenciales de la influencia de las actividades humanas sobre el clima. Así, se debe tener en cuenta que estos escenarios proyectados no son una predicción climática, sino una representación del clima bajo una concentración determinada de gases de efecto invernadero y aerosoles en la atmósfera. En el año 2000, el IPCC definió familias de escenarios y las denominó A1, A2, B1 y B2. La necesidad de definir diferentes escenarios responden a la incertidumbre sobre las futuras emisiones y concentraciones de los GEI, la respuesta natural del clima y los cambios del clima regional, principalmente influenciados por las actividades socioeconómicas del hombre, en particular gobernadas por el creci-

29. Profesional Especializado – Subdirección de Meteorología, Ideam.

miento poblacional, el desarrollo tecnológico, el uso de la energía, el cambio del uso del suelo y la actividad agrícola.

De acuerdo con el IPCC, un escenario de emisión A1 representa un futuro con crecimiento económico muy rápido, la población global alcanza su punto máximo a mediados de siglo y disminuye a partir de entonces, se presenta la introducción rápida de tecnologías nuevas y más eficientes. Un escenario A2 representa un mundo muy heterogéneo, con aumento continuo de la población global, con crecimiento económico regionalmente orientado, más fragmentado y lento que en otros escenarios (comúnmente llamado el escenario PESIMISTA). Un escenario B1 es un mundo convergente con la misma población global que en A1 pero con cambios rápidos de estructuras económicas hacia un servicio y economía de la información, con reducciones de intensidad material y la introducción de tecnologías limpias y usos eficientes de recursos. El escenario B2 es un mundo en el cual el énfasis está sobre soluciones locales para la sostenibilidad económica, social y ambiental, con la población continuamente creciente (menor que en A2) y con un desarrollo económico intermedio (comúnmente llamado el escenario OPTIMISTA).

Para estimar el efecto que esas emisiones tienen sobre el clima global, se han empleado Modelos Climáticos Globales (GCM, por su sigla en inglés), los cuales describen importantes elementos físicos y procesos en la atmósfera, el océano y el suelo que ocurren en el sistema climático. Una de las desventajas de los GCM es su resolución, que típicamente es de unos pocos kilómetros. Con el fin de estudiar los impactos del cambio climático, necesitamos predecir cambios sobre escalas mucho más finas. Una de las técnicas para hacer esto es a través del uso de los Modelos Regionales de Clima (RCM, por su sigla en inglés) los cuales tienen el potencial de mejorar la representación de la información climática que a su vez es importante para calcular la vulnerabilidad de un país al cambio climático.

Según el IPCC hay nueva y fuerte evidencia de que la mayoría del calentamiento observado en los pasados 50 años está asociado a las actividades humanas. Lo anterior no desconoce que pueden existir otras posibles causas de cambio climático, como la variación de la actividad solar, el ciclo de Milankovitch asociado al tercer movimiento de la Tierra (la precesión), las erupciones volcánicas y los ciclos de variabilidad natural del clima como el fenómeno de El Niño y La Niña, entre otros. Estos procesos conllevan cambios en la composición de la atmósfera, afectando el comportamiento del sistema climático, en particular el decrecimiento de la cobertura de nieve, el incremento del nivel del mar, las variaciones regionales de los patrones de precipitación y los cambios extremos de tiempo y clima.

Los análisis de tendencias y eventos extremos de lluvia y temperatura sobre algunas ciudades del país, han mostrado evidencias de que el clima en Colombia también está cambiando. Hay evidencias de tendencias al aumento de precipitación con respecto a los valores normales anuales en Santa Marta, Barrancabermeja, Medellín, Quibdó, Armenia, Neiva, Puerto Carreño, Gaviotas y Leticia; mientras que disminuciones importantes se están observando en San Andrés, Cúcuta, Bucaramanga, Bogotá, Cali y Pasto. En cuanto a eventos extremos, las ciudades anteriormente mencionadas han venido presentando un aumento en la frecuencia de aguaceros fuertes, a excepción de Bucaramanga y Pasto. Para el caso de las temperaturas extremas (mínima y máxima) el territorio nacional ha presentado una tendencia hacia valores más altos.

Pero ¿qué le espera al país en cuanto a cambio climático en el futuro? El Ideam, junto con la Universidad Nacional, ha venido elaborando estudios con base en los Escenarios de Cambio Climático en baja resolución suministrados por el IPCC, tomados de los modelos globales. No obstante, en alta resolución se han utilizado modelos regionales como *Precis (Providing Regional Climates for Impacts Studies)* del Reino Unido y *GSM (Global Spectral Model)* del Japón. Estos modelos regionales fueron implementados con criterios que tuvieron en cuenta aspectos como: i) consistencia con el rango de calentamiento global proyectado, concordante con los patrones de distribución de las variables climatológicas a nivel nacional; ii) la necesidad de conservar las leyes básicas de la dinámica del clima; iii) considerar las variables mínimas para la evaluación de posibles impactos; iv) reflejar el rango de cambio que represente el clima del futuro, y v) ser accesibles y de fácil interpretación para la comunidad de evaluadores de impacto.

Como conclusión, los resultados de los modelos globales de baja resolución del IPCC mostraron reducciones generalizadas de lluvia a nivel nacional y un aumento de temperatura hasta del orden de 4°C bajo distintos escenarios, desde el pesimista hasta el optimista. No obstante, los análisis nacionales realizados para la segunda mitad del siglo XXI sobre el territorio colombiano muestran que el calentamiento podría estar entre 2 y 4°C con relación a las temperaturas registradas durante el periodo 1961-1990, pero hay regiones en las que podría sobrepasar inclusive los 4°C. En cuanto a lluvia, las regiones interandina y Caribe reflejaron una reducción de la cantidad anual de lluvia, algunas zonas hasta más del 30%, mientras que posibles aumentos se obtuvieron para el Piedemonte oriental de la cordillera Oriental y en la región Pacífica.



Incremento en la presión sobre los ecosistemas altoandinos

por cambios en la adaptación de cultivos

ANDY JARVIS³⁰, EMMANUEL ZAPATA³⁰
JULIÁN RAMÍREZ³⁰ Y EDWARD GUEVARA³⁰



Presentación

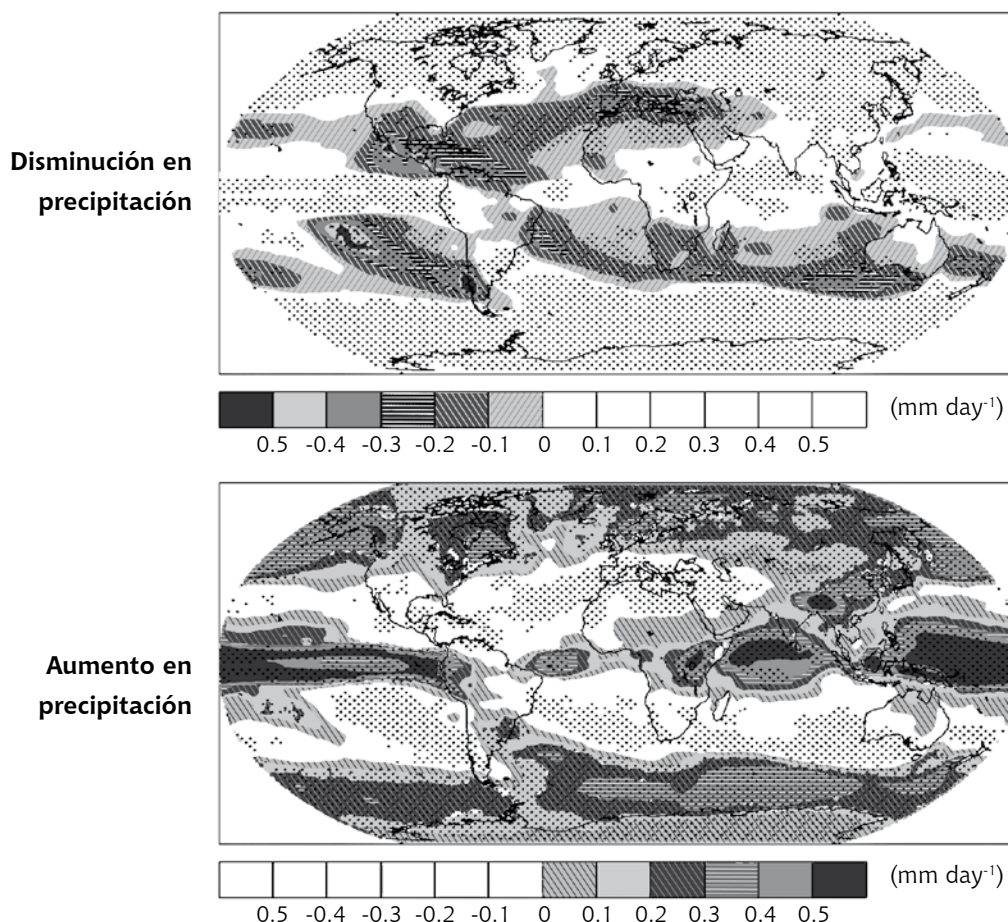
Este trabajo muestra la manera como el Ciat está abordando el tema de cambio climático en la generación de escenarios de cambio climático, el tratamiento de la incertidumbre, la estrategia de manejo de datos y la presión de los cultivos agrícolas de alta montaña sobre los ecosistemas naturales.

Hemos visto cómo los modelos de circulación de la atmósfera han venido siendo utilizados alrededor del mundo. En cada país se ha trabajado en el desarrollo de escenarios de cambio climático propios, teniendo en cuenta las diferencias científicas de línea base entre modelos. Se sabe que hay dos fuentes de incertidumbre: la primera referida a la existencia de varios modelos (21 *Modelos Climáticos Globales* –GCM) basados en ciencias atmosféricas, química, física, biología, y dependiendo de las creencias y algo de astrología; la segunda, basada en la diferencia en los escenarios de emisiones de gases.

30. *Agroecosystems Resilience Program*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

Figura 1

Cambios en la precipitación y áreas de coincidencia en los modelos



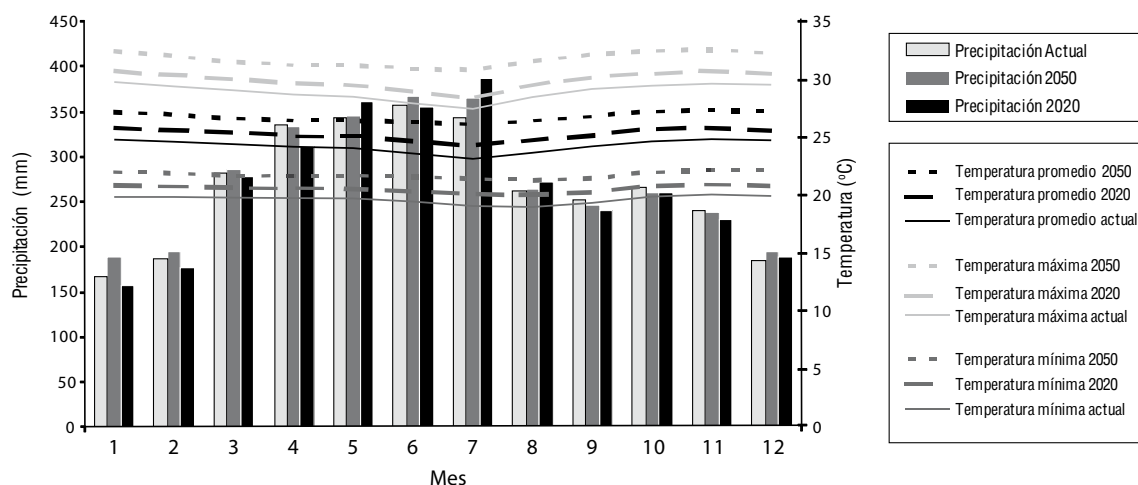
La Figura 1 muestra la variación en precipitación que establecen los modelos de circulación global. Los puntos en negro son las áreas donde los 21 modelos GCM coinciden dentro de un rango estadístico aceptable. Por el contrario, las áreas en donde no están presentes los puntos negros, son aquellas en las que no hay coincidencia entre los modelos globales.

A partir de la información que muestra la Figura 1, se trabaja el tema de la incertidumbre. Alrededor del mundo la ciencia viene mejorando los modelos de circulación atmosférica y desarrollando modelos regionales que aún están en prueba. En el Ciat se han aplicado 18 modelos de GCM para establecer los escenarios de cambio climático en los años 2020 / 2050, donde el año 2020 se considera el futuro inmediato, lo cual implica que las decisiones que se toman hoy ya deberían incorporar los cambios esperados para el 2020. Los datos para el año 2050 utilizados sobre todo en el contexto ecosistémico, se consideran como el horizonte a largo plazo.

Figura 2

Comparación de variables mensuales de temperatura y precipitación entre los años 2020 y 2050

Características climáticas	Descripción general de cambio climático
	Tendencias promedio de cambio climático del Putumayo
Características climáticas generales	• La precipitación se incrementa de 3216.84 milímetros a 3278.91 en 2050, pasando por 3215.84 en 2020 • Las temperaturas aumentan con un incremento promedio de 2,43°C pasando por un incremento de 0,96°C en 2020 • El rango diario de temperatura promedio se incrementa desde 9,36°C hasta 9,62°C en 2050 • El número máximo de meses secos acumulados se mantiene constante en 0 meses
Condiciones extremas	• La temperatura máxima del año se incrementa de 29,92°C a 33,06°C mientras el trimestre más cálido aumenta 2,52°C en 2050 • La temperatura mínima del año se incrementa de 18,92°C a 21,05°C y el trimestre más frío se calienta 2,52°C en 2050 • El mes más húmedo aumenta su humedad de 367,33 mm a 387,61 mm y el trimestre más húmedo aumenta por 33,17 mm su humedad en 2050 • El mes mas seco aumenta su humedad de 164,17 mm a 172,04 mm y el trimestre más seco aumenta por 31,51 mm su humedad en 2050
Estacionalidad climática	• En general, el clima se vuelve más estacionario en términos de variabilidad de temperatura y de precipitaciones a lo largo del año
Variabilidad entre modelos	• El coeficiente de variación de las predicciones de temperatura entre los modelos es de 3,25% • Las predicciones de temperatura fueron uniformes para los modelos sin identificar ningún dato significativo diferente entre estos (outlier) • El coeficiente de variación de las predicciones de precipitación entre los modelos es 4,54% • Las predicciones de precipitación fueron uniformes entre los modelos y por lo tanto no se detectaron datos significativos diferentes entre los modelos (outliers)



Estos resultados se basan en la comparación del clima de 2050 con el de 1960-2000. Los datos del futuro salen de 18 modelos de GCM 3era. (2001) y 4a. (2007) valoración IPCC, realizadas bajo el escenario A2a (lo habitual). Para información ulterior, favor remitirse a <http://www.ipcc-data.org>

Se usaron diferentes escenarios (A1b, B1, commit) bajando su escala con métodos basados en datos de *WorldClim*. Se toman los modelos globales, que son muy gruesos (áreas muy grandes) y se crean nuevas superficies mediante interpolación. Para ello se suman los valores del cambio esperado en temperatura y precipitación, sobre la distribución actual de precipitación o temperatura. En otras palabras, se asume que a nivel local o regional no cambia la distribución de las variables, es decir un sitio seco, va a seguir seco en el futuro, pero habrá un cambio a nivel regional de precipitación o temperatura. El análisis permite resoluciones espaciales de 1,5 ó 10 km, donde la resolución de 1 km presenta la menor confiabilidad.

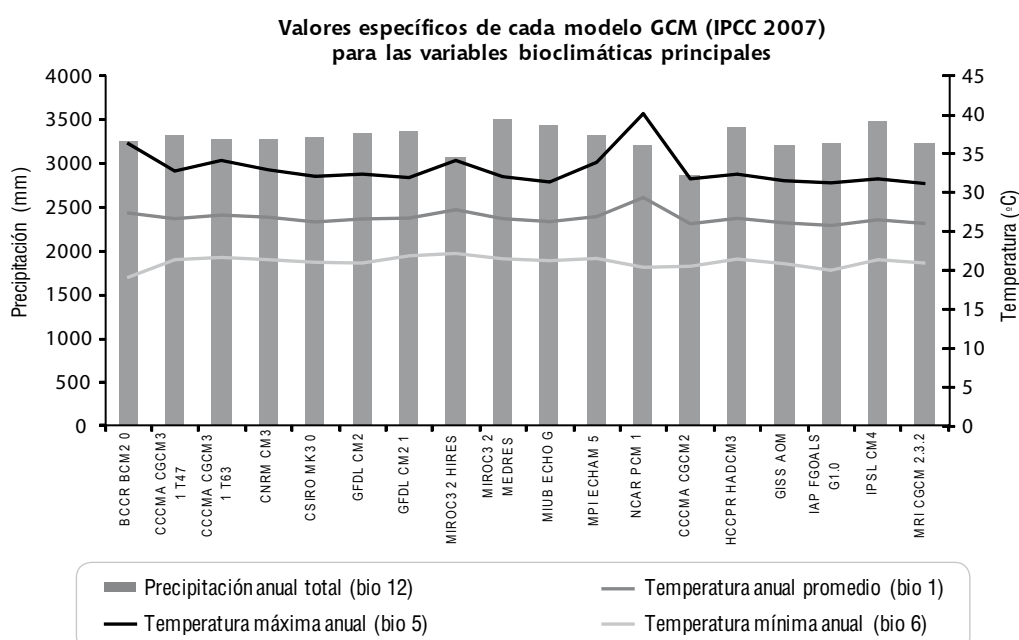
El resultado que se obtiene es la diferencia entre los 18 modelos de circulación global. Conocer la diferencia entre los modelos y trabajar con el promedio que arrojan, nos parece más confiable que tomar datos de un modelo con mejores bases, pero basado en un solo GCM atípico.

De acuerdo con lo anterior, se pueden tener datos mensuales de la precipitación y la temperatura mínima, media y máxima para el año 2020 y 2050 (Figura 2). Los análisis arrojan que no siempre el cambio climático es lineal pues, por ejemplo, enero de 2020 se presentará húmedo pero en 2050 será seco.

En la Figura 3 se aprecian los 18 modelos utilizados y su variación en la precipitación y temperatura anual. Por ejemplo el modelo Ncarpcm1 es el que presenta mayor diferencia con respecto a los datos de los demás modelos, es decir tiene un comportamiento extraño en temperatura. Al comparar el modelo canadiense “CCCMA” con los demás, se encuentra una anomalía, ya que mientras los demás modelos establecen aumento de precipitación, este muestra sequía.

Figura 3

GCM utilizados y su variación en precipitación y temperatura



Por otro lado, en temperatura hay mayor incertidumbre en julio que en el resto del año, mientras que en precipitación hay menor incertidumbre. De esta forma podemos tener una idea general de lo que están diciendo los GCM.

En resumen podemos, por medio de la Tabla 1, conocer las diferencias de los modelos para las diversas regiones del país. El  significa que hay mucha diferencia entre los modelos y el  significa que los datos son más confiables.

Tabla 1. Determinación de la incertidumbre entre modelos para las regiones de Colombia

Región	Departamento	Cambio en precipitación	Cambio en temperatura media	Cambio en estacionalidad de precipitación	Cambio en meses consecutivos secos	Incertidumbre entre modelos (StDev Prec)
Amazonas	Amazonas	12	2.9	1.4	0	135
Amazonas	Caquetá	138	2.7	-1.3	0	193
Amazonas	Guainía	55	2.9	-3.2	0	271
Amazonas	Guaviare	72	2.8	-2.9	-1	209
Amazonas	Putumayo	117	2.6	0.6	0	170
Andina	Antioquia	18	2.1	1.3	0	129
Andina	Boyacá	50	2.7	-3.9	-1	144
Andina	Cundinamarca	152	2.6	-2.6	0	170
Andina	Huila	51	2.4	1.0	0	144
Andina	Norte de Santander	73	2.8	-0.4	0	216
Andina	Santander	51	2.7	-2.4	0	158
Andina	Tolima	86	2.4	-3.1	0	148
Caribe	Atlántico	-74	2.2	-2.9	2	135
Caribe	Bolívar	90	2.5	-1.8	0	242
Caribe	Cesar	-119	2.6	-1.3	0	160
Caribe	Córdoba	-11	2.3	-3.8	0	160
Caribe	Guajira	-69	2.2	-1.8	0	86
Caribe	Magdalena	-158	2.4	-1.8	0	153
Caribe	Sucre	10	2.4	-4.1	-1	207
Eje Cafetero	Caldas	252	2.4	-4.2	-1	174
Eje Cafetero	Quindío	153	2.3	-4.1	-1	145
Eje Cafetero	Risaralda	158	2.4	-3.5	-1	141
Llanos	Arauca	-13	2.9	-6.4	-1	188
Llanos	Casanare	163	2.8	-5.7	-1	229
Llanos	Meta	10	2.7	-5.4	-1	180
Llanos	Vaupés	46	2.8	-1.4	0	192
Llanos	Vichada	59	2.6	-2.6	0	152
Pacífico	Chocó	-157	2.2	-1.2	0	148
Sur Occidente	Cauca	172	2.3	-1.6	0	168
Sur Occidente	Nariño	155	2.2	-1.4	0	126
Sur Occidente	Valle del Cauca	275	2.3	-5.1	-1	166

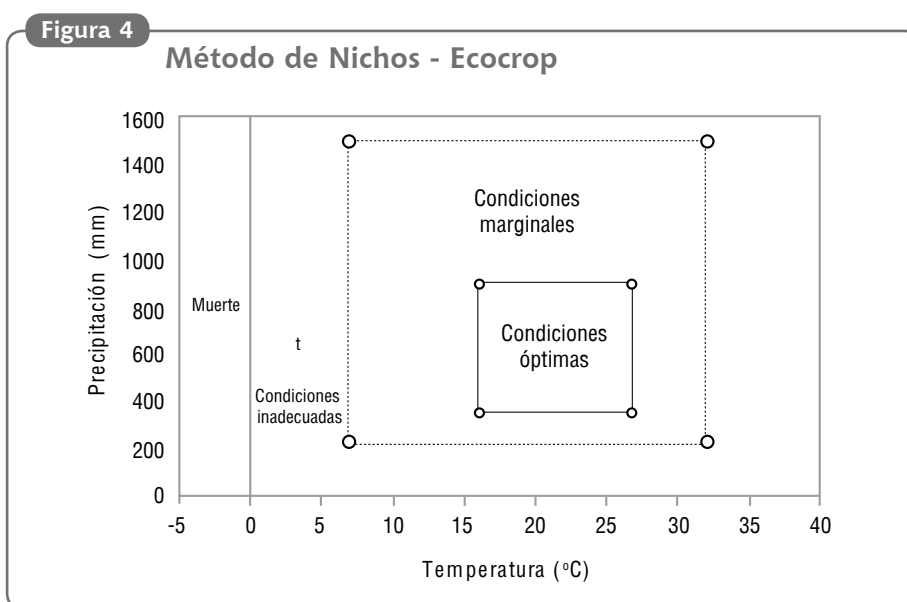
El Ciat se encuentra desarrollando series de tiempo en donde se toman en cuenta los datos anuales de los GCM, y se observa la variabilidad año a año. De esta manera se analizan los cambios en una línea de tiempo, conociendo las diferencias de las variables climáticas a corto y largo plazo.

Con respecto a los aspectos agrícolas, en el Ciat se utilizan tres acercamientos para evaluar el cambio climático y sus implicaciones en agricultura.

- Un acercamiento empírico basado en datos de campo, a partir de los cuales se genera un modelo del comportamiento de la productividad del cultivo y luego se cambian las variables del clima para ver cómo impactan estos cambios los cultivos;
- Análisis basado en nichos, y
- Análisis basado en modelos de cultivos que son muy complejos, ya que son muy rigurosos en la fisonomía de las plantas. Con estos modelos se puede tener mayor nivel de detalle, pero son difíciles de trabajar.

Con respecto al método de nichos, básicamente se utiliza una base de datos de 1.800 especies o cultivos, que se tienen caracterizados mediante el conocimiento de expertos. En estos cultivos se distinguen las condiciones óptimas de precipitación, temperatura y la aptitud en términos de la temporada de crecimiento (estación periódica de crecimiento). De esta forma, y conociendo la variabilidad de las condiciones climáticas, podemos caracterizar las condiciones climáticas óptimas, marginales y no sostenibles de un cultivo, hasta las condiciones que causan su muerte (Figura 4).

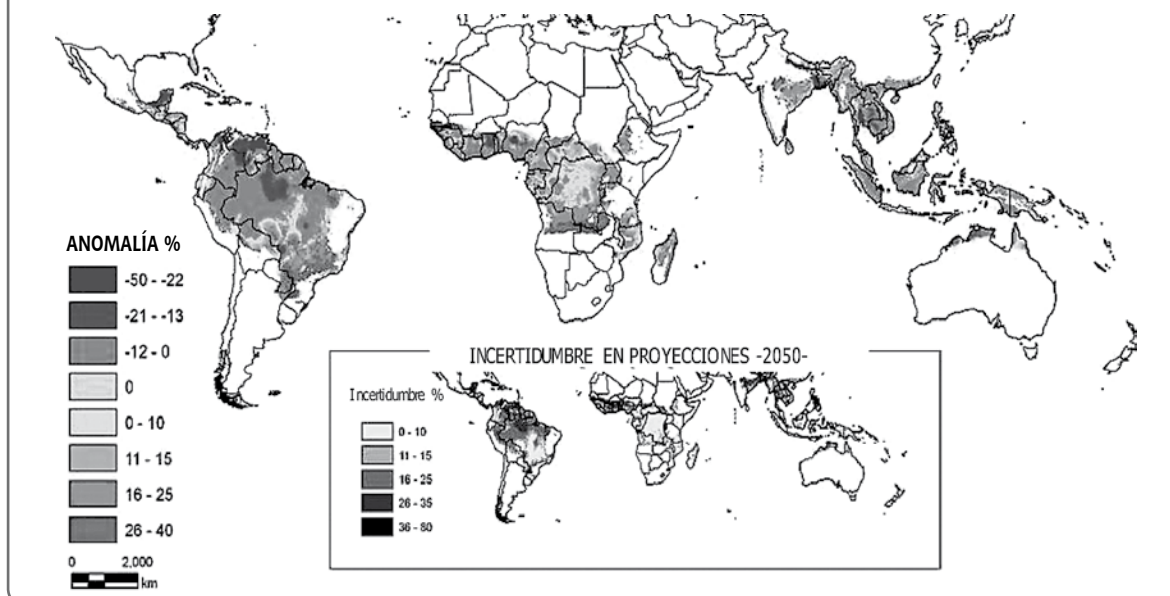
Metodológicamente, primero se calcula la aptitud actual del cultivo y luego, con base en los 18 modelos, capturamos la adaptabilidad para el año 2050 y sacamos los promedios, calculando el cambio.



De esta manera, para el cultivo del banano a nivel mundial se observa una reducción en la aptitud del cultivo (cambio negativo) y un aumento (cambio positivo). Posteriormente, de acuerdo a los datos climáticos, calculamos la incertidumbre (Figura 5).

Figura 5

Variación de la aptitud para el cultivo de banano



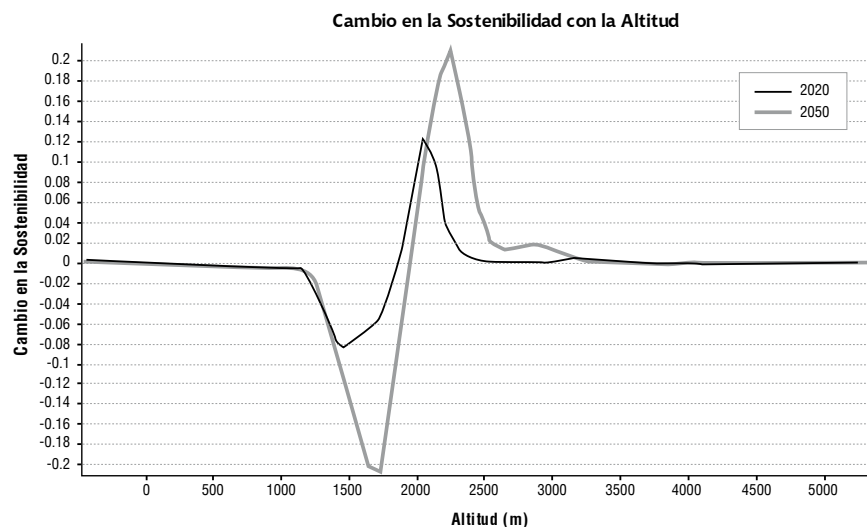
Analizamos los 43 cultivos más grandes alrededor del mundo: cereales, granos, hortalizas y frutas; y lo que el análisis demuestra es que en general a nivel mundial la adaptabilidad aumenta, en otras palabras, el mundo se vuelve más apto para la agricultura en un 3%. Sin embargo esta adaptabilidad no es lineal, un sitio que produce actualmente maíz, no necesariamente producirá maíz en el futuro. En los 43 cultivos observamos algunos cultivos afectados muy negativamente y otros muy positivamente. Para los Andes en general, el comportamiento es hacia un aumento en la aptitud para la agricultura.

Los siguientes son cinco ejemplos a nivel local o regional. En primer lugar, en un análisis realizado para la zona cafetera del Cauca, los modelos muestran cómo para el año 2020 las áreas aptas para la agricultura disminuyen, observándose un escenario muy negativo para el año 2050, ya que en general para la mayoría de la zona cafetera actual se pierde su aptitud agrícola. Sin embargo, aparece una zona totalmente nueva en los alrededores de Mocoa, en la baja Bota Caucana, ganando aptitud para el café.

Lo que implica el cambio climático para la agricultura, es que no necesariamente todo se pierde, sino que la aptitud está en constante movimiento y esto causa un cambio fuerte en la geografía de la agricultura. En la Figura 6 observamos cómo el actual rango altitudinal apto para el café, entre 1.600 a 1.700 metros, para el año 2020 se mueve 100 metros hacia arriba y para el 2050 ya está ubicado alrededor de los 2.500 metros, en la capacidad de producir un buen café.

Figura 6

Cambio en la aptitud del cultivo del café con relación al cambio de altura



Con respecto a los ecosistemas de estas zonas del Macizo Colombiano, los análisis muestran que se perderá la aptitud para el café, pero debido a la dinámica económica habrá posiblemente un cambio de todo el sistema productivo. Esto puede ser una oportunidad para que existan otras alternativas que sean amigables con la biodiversidad, los ecosistemas y los recursos naturales, por lo que hay que aprovechar estas oportunidades y mitigar los problemas que se puedan causar.

Para la zona norte de los Andes se realizó un análisis de cuatro cultivos: frijol arbustivo, papa, repollo y forraje (*Perennial ryegrass*). Se puede observar que dentro y alrededor de las áreas protegidas, hay un aumento en la probabilidad de producción de frijol. Se observa que para el año 2020 habrá un movimiento en el rango altitudinal del frijol, sobre todo en las zonas que se encuentran alrededor de los 3.000 m.

Para la papa, al igual que para el repollo, alrededor de las áreas protegidas también se observa para el año 2020 un aumento en su altura. Todos estos cultivos analizados para la parte altoandina aumentan su adaptabilidad, siendo el de mayor impacto el forraje para ganadería (*Perennial ryegrass*), para el que vemos altos aumentos de adaptabilidad.

En resumen, se observan aumentos en la aptitud de los cultivos analizados. Cerca del 3%, tanto para los forrajes como para el repollo, y entre el 1 y 2% para el frijol y la papa (Tabla 2).

Tabla 2 Cambio en la aptitud climática de los cultivos en los Andes

Cultivo	Actual	Futuro (2020)	Cambio
Fríjol arbustivo	10,76	11,78	1,02
Papa	16,83	18,52	1,69
Forraje (<i>Perennial reygrass</i>)	30,37	35,02	3,01
Repollo	26,48	29,19	2,71

Conclusiones

- El cambio climático en términos agrícolas representa retos frente a la productividad, en donde no todo es negativo.
- El cambio en la adaptabilidad de los cultivos andinos frente a nuevas variables climáticas, podría representar nuevas amenazas para los ecosistemas altoandinos.
- Los análisis preliminares demuestran una alta amenaza de la ganadería para los ecosistemas, debido al aumento considerable en la adaptabilidad de los forrajes.
- En términos agrícolas, constantemente hay cambios en la producción debido a la dinámica del mercado y a las economías locales. Sin embargo, se observa que aunque el cambio climático trae riesgos, existen también oportunidades para reconstruir los sistemas productivos de manera que sean competitivos y amigables con el ambiente.

Referencias

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007. *Climate change 2007: Synthesis report*. Summary for policymakers. Technical report. URL: <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-syr.htm>.
- Hijmans, R.J., S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones and A. Jarvis. 2005. "Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas". *International Journal of Climatology* (25): 1965-1978.
- Ramírez, J., A. Jarvis. 2008. *High resolution downscaled climate change surfaces for global land areas*. International Center for Tropical Agriculture, Ciat. Unpublished data.
- DIVA-GIS. Version 5.4. Available: <http://www.diva-gis.org/>.
- Environmental System Research Institute (Esri). 2006. ArcGis 9.2 Desktop License, Redlands, California, USA.



Análisis de vulnerabilidad

al Cambio Climático en la
Cordillera Real Oriental
(Colombia, Ecuador y Perú)

OLGA LUCÍA HERNÁNDEZ³¹
CÉSAR FREDDY SUÁREZ³² Y LUIS GERMÁN NARANJO³³



Introducción

Los ecosistemas de montaña de los Andes del Norte, como los páramos, bosques nublados y humedales, son frágiles y especialmente vulnerables a los impactos del cambio climático. En estas montañas, los glaciares han disminuido drásticamente (algunos de ellos han perdido el 80% de su superficie; Secretaría General de la CAN, 2007) y los cambios en los patrones regionales y locales de temperatura y precipitación, pueden causar desplazamientos de ecosistemas y especies y extinciones locales. Estos impactos pueden tener consecuencias negativas previsibles para la población de los tres países, pues, el mantenimiento de su biodiversidad y la provisión continua de los bienes y servicios ecosistémicos están en riesgo.

Estas tendencias son especialmente preocupantes para regiones de principal importancia hídrica como la Cordillera Real Oriental, cuyos glaciares, humedales de alta montaña, páramos y bosques nublados garantizan agua para el consumo humano, generación hidroeléctrica y riego en grandes extensiones aguas abajo. Por esta razón y dentro del marco del proyecto *Un Paisaje Vivo: Conservación, Integración Regional y Desarrollo Local en la Cordillera Real Oriental (Colombia, Ecuador y Perú)* trabajando en coordinación con otras organizaciones nacionales, la Fundación Natura de Ecuador y las oficinas de programa de

31. Estudiante de Doctorado. Becaria EFN, WWF, Cibio (Centro Iberoamericano de la Biodiversidad. Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales. Universidad de Alicante).

32. Coordinador de Análisis Geográficos WWF Colombia.

33. Director de Conservación, WWF Colombia.

WWF en Colombia y Perú han abordado el reto de poner en marcha un plan regional de adaptación al cambio climático para esta cordillera. El planteamiento se hace a partir de ejercicios de modelación de escenarios de vulnerabilidad social, económica y ambiental para las comunidades que dependen directa o indirectamente de los servicios ecosistémicos generados por estas áreas.

El presente resumen describe la metodología utilizada en el análisis de vulnerabilidad al cambio climático y presenta los hallazgos más importantes que se espera sean insumos para el diseño de la estrategia de adaptación al cambio climático para la región.

Vulnerabilidad

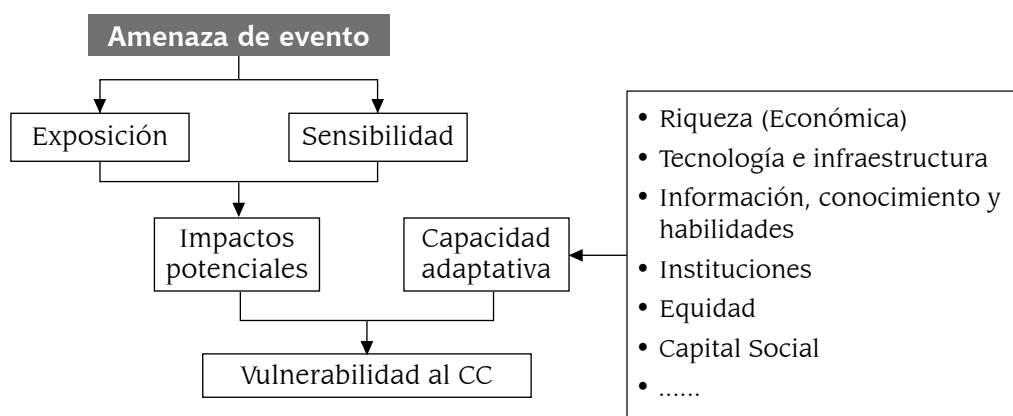
El IPCC interpreta la vulnerabilidad de un sistema en función del carácter, la magnitud y la rapidez de la variación del clima a los cuales está expuesto, su sensibilidad y su capacidad de adaptación. Con este enfoque se integran la amenaza, la exposición, las consecuencias (impactos) y la capacidad de adaptación. La vulnerabilidad expresa entonces el grado al cual un sistema es susceptible a los efectos adversos de cambio climático, que incluyen la variabilidad y extremos climáticos.

Adicionalmente, O'Brien *et ál.* (2004) definen la vulnerabilidad como el cambio residual de los impactos del cambio climático menos la adaptación, es decir, como los impactos netos de múltiples procesos sociales y ambientales exacerbados por el cambio climático. De esta forma, la vulnerabilidad al cambio climático reconcilia la vulnerabilidad social con la evaluación de riesgos (Downing & Patwardhan 2006).

En este documento, la vulnerabilidad se relaciona con unidades o sistemas sociales. Los sistemas biofísicos se describirán aquí como sensibles al riesgo o estrés climático. De acuerdo con lo anterior, la vulnerabilidad está dada en función de tres elementos (Figura 1): el índice de exposición (efectos del cambio climático), la sensibilidad de los sistemas (especies y zonas de vida, balance hídrico y degradación del suelo) y la capacidad de adaptación. Por lo tanto, siguiendo la metodología de Aguilar (2007), cuanto mayor es la magnitud de la variable amenaza climática, mayor es la vulnerabilidad y cuanto mayor es la magnitud de la elasticidad y la capacidad de adaptación, menor es la vulnerabilidad.

Figura 1

Conceptualización de la vulnerabilidad al cambio climático en el 3^{er} informe del IPCC (Ionescu et ál. 2005)



Área de Estudio

La Cordillera Real Oriental (CRO) se extiende desde la vertiente oriental del Macizo Colombiano hasta el Abra de Porculla a 6°S en el Perú. Esta región ocupa 109.400 km² y comprende las montañas de la vertiente amazónica entre la cota de elevación de 300 m y la divisoria de aguas con la vertiente del Pacífico.

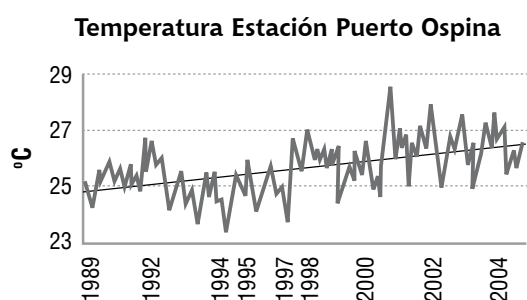
Evidencias de cambio climático en el área de estudio

En la región Andina se están evidenciando cambios tanto en temperatura, como en niveles de precipitación y frecuencia de eventos extremos, particularmente precipitaciones más intensas y cortas y vendavales (Soto, 2008). Ecosistemas de alta montaña como los glaciares de Colombia, Ecuador y Perú han tenido retrocesos sin precedentes en los últimos decenios y la mayoría están destinados a desaparecer en un periodo menor a 30 años. Según la primera comunicación nacional sobre cambio climático en Colombia (Ideam, 2001), se ratifica que durante el periodo 1961-1990, la temperatura media del aire en Colombia aumentó a un ritmo de 0,1 a 0,2°C por decenio, mientras que la precipitación anual ha presentado cambios entre -4% y +6% en diferentes regiones. En Ecuador, la medición de

cambios en la temperatura media muestra una tendencia de incremento de 1,5°C en el periodo 1930-1993, con mayor evidencia de este cambio en la región interandina comparada con la región del litoral (Comité Nacional sobre el Clima, 2001). La tendencia en la precipitación es bastante irregular con una mayor inclinación hacia la disminución. Finalmente en Perú, en los últimos 50 años se ha observado un incremento de la temperatura máxima de cerca de 1,3°C (0,24°C por década) y una disminución generalizada de la precipitación de 3% (Consejo Nacional del Ambiente, 2001). A escala local, se observa una tendencia similar de incremento de temperatura entre los años 1989 y 2005.

Figura 2

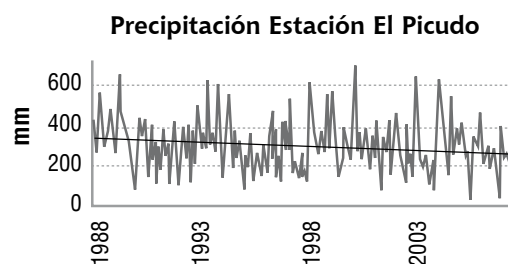
Tendencias locales en el aumento de la temperatura



Basadas en datos climatológicos del Ideam

Figura 3

Tendencias locales de cambio en la precipitación



Basadas en datos climatológicos del Ideam

La región de la CRO ha soportado una serie de anomalías climáticas con intensidad y frecuencia inusuales en los registros históricos de nuestra época. Tormentas, inundaciones y deslizamientos, principalmente relacionados con eventos del fenómeno climático El Niño, han azotado a los tres países, con pérdidas económicas locales además de la pérdida de vidas humanas. De acuerdo a un análisis de la precipitación registrada en las estaciones climáticas de la CRO, es claro un aumento leve de la desviación estándar de los datos mensuales de las últimas tres décadas, lo que significa un aumento de las diferencias de precipitación entre los meses más secos y lluviosos.

Metodología del análisis de vulnerabilidad para la Cordillera Real Oriental

La evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático es importante para responder a riesgos futuros. Para nuestra evaluación de toda la Cordillera Real Oriental, nos basamos en la definición dada por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), teniendo en cuenta diferentes sistemas (Tabla 1).

Tabla 1 Elementos de análisis de vulnerabilidad al cambio climático a partir de la definición del IPCC

	Sistema	Criterio de sensibilidad
Biodiversidad	Nicho climático de especies de aves y plantas	Cambio en el ensamblaje de las especies analizadas
	Zonas de vida	Cambio en la distribución de las zonas de vida
Hidrología	Balance hídrico	Cambio en la escurrentía

Exposición

La exposición se relaciona con las influencias o los estímulos que afectan un sistema. En un contexto del cambio del clima, se refiere a los acontecimientos y los patrones importantes del tiempo que afectan el sistema, pero puede también representar influencias más amplias tales como cambios causados por efectos del clima. La exposición representa las condiciones intrínsecas de clima y cualquier cambio en esas condiciones que afectan el funcionamiento de un sistema (Ionescu *et ál.* 2005).

Para nuestros análisis, utilizamos las siguientes variables: ecosistemas, especies y recursos hídricos, y las condiciones cambiantes del clima a las cuales se verán enfrentados, de acuerdo con los escenarios del clima futuro generados por el Ministerio del Ambiente en Ecuador (MAE, 2008) por medio del modelo de circulación regional Precis, que es un sistema de modelado regional desarrollado por el Centro Hadley en Inglaterra, utilizando el modelo Echam4 para los escenarios A2 y B2. Consideramos los cambios de temperatura, precipitación y humedad del modelo Echam4 y los escenarios A2 y B2 para las décadas de 2030 y 2050.

Para el caso de especies, asumimos las variables de exposición utilizadas por Cuesta *et ál.* 2006, obtenidas de la base de datos TYN SC 2.0 (Mitchell *et ál.* 2004), modelo Hadcm3, escenarios A2 y B2, para la década de 2050.

Asumiendo que los escenarios A2 y B2 son similares a la realidad de los países en desarrollo, es decir, un crecimiento constante de su población y el desarrollo fragmentado en la tecnología, y además tomando en cuenta las diferencias en términos de emisiones (Escenario A2 o pesimista y el B2 – optimista), hemos realizado los análisis que se presentan en este documento con relación a sus estimaciones. No obstante, es preciso tener en cuenta que estos escenarios no se pueden considerar como pronósticos ya que poseen muchas incertidumbres.

Sensibilidad

Analizamos para cada sistema la reacción o respuesta frente a los escenarios de cambio del clima. De esta forma, tomamos en cuenta el cambio en la distribución de las zonas de vida, el cambio en el ensamblaje de especies como efecto del cambio de la temperatura y humedad y el cambio en la escurrentía (criterios de sensibilidad para ecosistemas, especies y recursos hídricos) en respuesta a los cambios previstos en la temperatura, la precipitación y la humedad.

Sistema 1: Biodiversidad

La sensibilidad en conjunto para la biodiversidad, es el producto de la suma de las áreas sensibles para especies y las áreas sensibles para las zonas de vida en cada escenario (A2 y B2). Estas áreas, por álgebra de mapas, se reclasifican en una sola categoría para calcular la sensibilidad.

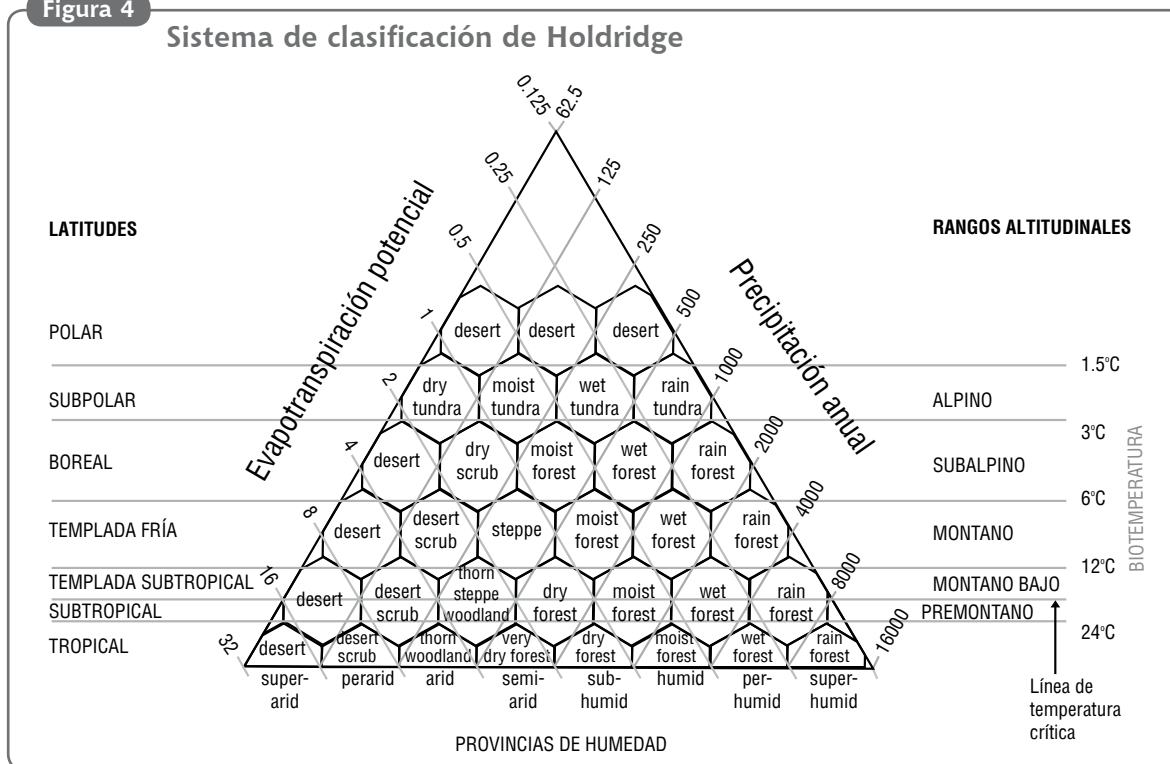
Zonas de vida

Como sustitutos (proxies) de ecosistemas, tomamos como punto de partida para nuestros análisis las zonas de vida de Holdridge (1967). Según este sistema, ciertas grupos asociaciones vegetales o de ecosistemas corresponden a rangos de temperatura, precipitación y humedad, de tal forma que pueden definirse divisiones balanceadas de estos parámetros climáticos para agruparlas (Figura 4). A estos conjuntos de asociaciones, Holdridge los denominó zonas de

vida. Son un modelo de áreas potenciales, ya que no se tienen en cuenta las áreas intervenidas actuales y proyectadas.

Figura 4

Sistema de clasificación de Holdridge



Utilizando las coberturas de temperatura y precipitación de Bioclim (Hijmans *et ál.* 2005), modelamos las zonas de vida de Holdridge para el periodo actual y para los escenarios A2 y B2 de cambio climático. Para ello promediamos los valores estimados para los años 2021–2030 y los años 2051–2060 y aplicamos la clasificación de Holdridge y su ajuste a la zona de estudio (Tabla 2).

Tabla 2 Rangos de ajuste para el cálculo de las zonas de vida

Rango	Elevación		Temperatura	Precipitación	Provincias de humedad (Índice Ombrotérmico - Io)	
1	0 – 1100	Basal	< 1.5	< 62.5	< 0.1	Ultrahiperárido
2	1100 – 2100	Subandino	1.5 – 3	62.5 – 125	0.1 – 0.3	Hiperárido
3	2100 – 3200	Andino	3 – 12	125 – 250	0.3 – 1	Árido
4	> 3200	Páramo	12 – 24	250 – 500	1 – 2	Semiárido
5			> 24	500 – 1000	2 – 3.6	Seco
6				1000 – 2000	3.6 – 6	Subhúmedo
7				2000 – 4000	6 – 12	Húmedo
8				4000 – 8000	12 – 24	Hiperhúmedo
9					> 24	Ultrahiperhúmedo

La sensibilidad de una región, en términos de las zonas de vida, está dada por el cambio potencial en su distribución geográfica. Áreas con cambios drásticos en las variables climáticas representarán cambios potenciales en las zonas de vida que, así mismo, representarán áreas en mayor o menor grado de sensibilidad. Para seleccionar las áreas con mayor cambio en la CRO, hicimos un cálculo de mapas donde se comparan las zonas de vida en 2030 y las actuales. Hicimos además el mismo análisis, comparando las zonas de vida en 2050 y 2030, para ubicar las zonas con diferencias atribuibles a los efectos del cambio climático en cada escenario.

Nicho climático de especies de aves y plantas

La sensibilidad de especies de aves y plantas al cambio climático, se asume por el grado potencial de respuesta en su distribución geográfica. De esta forma, la modelación de los nichos climáticos de especies permite determinar áreas más sensibles que otras, a partir del número estimado de especies que cambiarían su distribución en respuesta al cambio climático.

Para el análisis de la Cordillera Real Oriental tomamos, como sustitutos de la biodiversidad, las modelaciones MaxEnt (Phillips *et ál.* 2006)³⁴, hechas por Cuesta *et ál.* (2006), de la distribución esperada, para los años 2050 y la distribución actual, de 42 especies de aves y 47 especies de plantas vasculares en los Andes del Norte ante los escenarios A2 y B2 de cambio climático del HadCM3. Varias de estas especies tienen características que las hacen buenos indicadores de la diversidad. Su tiempo y modo de radiación está relacionada con el levantamiento de los Andes y los cambios climáticos del Pleistoceno; sus patrones de distribución presentan un alto nivel de reemplazo dentro de los gradientes ambientales de la región, varias especies son endémicas y algunas se encuentran en alguna categoría de amenaza.

A partir de estos modelos evaluamos el impacto potencial del cambio climático analizando los patrones espaciales de cambio en relación con los distintos escenarios climáticos, de acuerdo con Thuiller *et ál.* (2005) y Broennimann *et ál.* (2006). Para ello, tomamos los patrones espaciales de especies generados por Cuesta *et ál.* (2006) y cuantificamos el número y porcentaje de especies ausentes (pérdida) o nuevas (ganancia) para cada píxel en las futuras condiciones climáticas. Estimamos así la tasa de rotación de las especies

34. Es uno de los modelos de regulación climática global.

bajo la hipótesis de que una especie puede llegar a cualquier zona con condiciones ecológicas adecuadas (dispersión universal) y que la cubierta vegetal actual se mantiene en el tiempo, utilizando la fórmula:

$$T = \frac{(G+L)}{(SR+G)} \times 100 \quad [1]$$

Donde:

T = volumen de especies

G = ganancia de especies

L = pérdida de especies

SR = actual riqueza de especies

Un valor de 0 indica que el ensamble de especies no cambia (es decir, no hay pérdida o ganancia de especies), mientras que 100 indica que el ensamble de especies es completamente diferente en las nuevas condiciones. De acuerdo al cambio en el ensamblaje (T) de especies se proponen umbrales de sensibilidad, los cuales se dividieron en cuatro rangos (usando quintiles) tanto para aves como para plantas en cada escenario. Para seleccionar los sitios más sensibles para cada grupo se identificaron los quintiles más altos. Luego sumamos las áreas más sensibles para cada grupo de especies en cada escenario.

Sistema 2: Hidrología

La sensibilidad para el recurso hídrico, está dada por el porcentaje de cambio en la oferta hídrica total actual con respecto a los periodos de referencia de 2030 y 2050, expresado en la fórmula 3:

$$\text{Sensibilidad} = \frac{Q_r}{Q_{\text{actual}}} \times 100 \quad [2]$$

Donde:

Q_r = es la oferta hídrica proyectada de referencia al año 2030 y 2060, expresado en caudales m^3/seg .

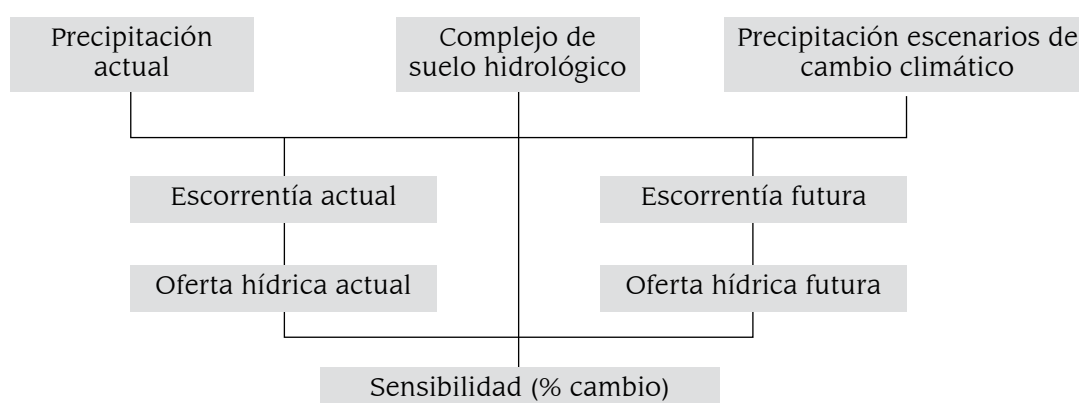
Q_{actual} = es la oferta hídrica actual, expresada en caudales m^3/seg .

Metodológicamente, para la estimación de la oferta hídrica actual y futura, utilizamos la propuesta del Soil Conservation Service –SCS– (1964) en el National Engineering Handbook (2004) y su aplicación, utilizando herramientas de SIG por Castillo *et ál.* (2007). Con esta

herramienta se relaciona la precipitación con el complejo de suelo hidrológico y la condición de humedad antecedente, con el fin de establecer la escorrentía directa actual. Para la estimación de la oferta futura, se asumen condiciones semejantes de suelo y cobertura vegetal con respecto al estado actual y se toman las diferencias de precipitación, de acuerdo con los escenarios de cambio climático (modelo Echam4, escenario A2 y B2, MAE 2008), como factor de cambio en el balance hídrico (Figura 5).

Figura 5

Modelo de sensibilidad de recursos hídricos



La escorrentía (Pe)³⁵ es la cantidad de agua después de una lluvia, que fluye, drena o escurre sobre la superficie del suelo. La escorrentía fluye a los cauces, incrementando su volumen a medida que llega agua de las partes más lejanas, y comienza a decrecer el caudal al poco tiempo de terminada la lluvia. El agua sobrante de las lluvias que no alcanza a entrar al suelo, corre sobre la superficie de la tierra dependiendo de varios factores, como el uso del suelo, la cobertura vegetal, las prácticas de manejo, el grupo hidrológico de suelos y la precipitación. La escorrentía se calcula como:

$$Pe = \frac{(Pi - 0.2S)^2}{(Pi + 0.8S)} \quad [3]$$

Donde:

Pe = Escorrentía en mm.

Pi = Precipitación diaria en mm.

S = Máxima retención en la cuenca en mm.

35. El valor de la precipitación para la fórmula de Pe , es diaria; sin embargo para el presente balance se cuenta con la precipitación media mensual multianual.

La ecuación 4 tiene una limitante y es la estimación de S , pero en general permite una buena aproximación de Q para cuencas por uso del suelo. El valor de S es igual a la capacidad útil de almacenamiento del suelo. Se definió S en función de la Curva Número (CN), descrito posteriormente de acuerdo a:

$$S = \left(\frac{2540}{CN} - 25.4 \right) \times 10 \quad [4]$$

Oferta Hídrica

Tomando en cuenta la expresión de escorrentía, expresada en términos de lámina de agua en milímetros, se despeja Q , que determina la oferta hídrica superficial para cada periodo de agregación, que para el caso es mensual.

$$Y = \frac{Q \times T}{A \times 10^3} \quad [5]$$

Donde:

Y = escorrentía superficial en mm.

Q = caudal mensual total m^3/seg

T = cantidad de segundos en un mes

A = área de la cuenca referente a la estación hidrométrica

$$Q = \frac{Y \times A \times 10^3}{T} \quad [6]$$

Índice de capacidad adaptativa

La capacidad de adaptación se refiere a la habilidad de evolucionar y adaptarse a un entorno cambiante. Los sistemas naturales y humanos pueden retroalimentarse para superar los cambios. Esta adaptación se fortalece mediante el potencial de los recursos disponibles en un área dada, para generar nuevos procesos o implementar nuevas técnicas (Aguilar, 2007; Sietchiping, 2006). De igual manera, el IPCC (2007) plantea que “La capacidad de adaptarse es dinámica, y en ella influye la base productiva de la sociedad, en particular, los bienes de capital naturales y artificiales, las redes y prestaciones sociales, el capital humano y las instituciones, la gobernanza, los in-

gresos nacionales, la salud y la tecnología. Influyen también en ella una multiplicidad de factores de estrés climáticos y no climáticos, así como las políticas de desarrollo”.

Bajo la anterior premisa y tomando como referencia el documento técnico V del IPCC (2002), sobre cambio climático y biodiversidad, donde se asevera que la capacidad de los países para implementar actividades de adaptación está relacionada con la consideración de aspectos económicos, sociales y ambientales, hemos desarrollado los siguientes indicadores que adoptan los anteriores lineamientos. De esta forma, se ofrece un panorama real de las condiciones de adaptación en la CRO.

En este orden de ideas, la capacidad de adaptación actual de la CRO tiene en cuenta tres aspectos básicos: socioeconómico, infraestructura y ambiental. Estos temas están compuestos por indicadores y medidas (Figura 7).

Figura 6

Temas y variables utilizadas en la Capacidad de Adaptación Actual de la CRO

Socio económico	Infraestructura	Ambiental
• Densidad poblacional • Población infantil • Población adulto mayor • Analfabetismo • Necesidades básicas insatisfechas	Índice de Accesibilidad • Vías • Pendientes • Poblados • Cobertura vegetal	• Porcentaje intervenido • Porcentaje no protegido

Cálculo de las variables socioeconómicas

Las variables socioeconómicas están medidas por las divisiones político-administrativas de cada país en el nivel 3. Se utilizó la información de población rural (también definida como resto) de los censos más recientes de cada país: 2005 para los municipios en Colombia, 2001 para los cantones en Ecuador y 2005 para las provincias en Perú (respectivamente, Dane³⁶ 2005, Inec³⁷ 2001, Inei³⁸ 2005). Los datos de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) para Ecuador fueron suministrados por TNC y para Perú fueron tomados del mapa de pobreza de 1996.

36. Dane: Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia.

37. Inec: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Ecuador.

38. Inei: Instituto Nacional de Estadística e Informática de Perú.

Los datos fueron estandarizados o normalizados de 0 a 100, para poder hacer los cálculos del índice socioeconómico (ISE), el cual se basa en la siguiente relación para su cálculo:

$$ISE = \frac{Dp + In + Te + An + NBI}{5} \quad [7]$$

Donde:

ISE = índice socioeconómico

Dp = densidad poblacional

In = número de infantes o población infantil
dado por los menores de 10 años

Te = número de adultos mayores o tercera edad,
dado por los mayores a 65 años

An = número de personas que no saben leer y
escribir o analfabetas

NBI = índice de necesidades insatisfechas

Infraestructura

La infraestructura es un factor que de igual manera puede tener varias interpretaciones dependiendo de la perspectiva desde la cual se analice, ya que puede ser un factor que favorezca o impida la implementación de actividades frente a la reducción de la vulnerabilidad de los sistemas analizados.

De esta manera, la existencia de una carretera o una zona de fácil acceso, por ende, facilitará la intervención y posterior degradación del medio natural, por lo que sería un elemento que restringe la capacidad de adaptación (elemento negativo). Por otro lado, existen otros factores que es preciso incluir en el presente análisis, como la existencia y operatividad de sistemas de monitoreo en biodiversidad, o sistemas de alertas tempranas, ojalá tomando en cuenta indicadores que den una visión de la sensibilidad y cambios frente a las variables climáticas. Estos serían elementos que favorecen la capacidad de adaptación (positivos). Sin embargo, estas iniciativas son nulas y no se cuenta con información adecuada, por lo que finalmente no se han tomado en cuenta. Por lo anterior hemos propuesto el índice de accesibilidad como elemento para evaluar la capacidad de adaptación, en el contexto de un factor de infraestructura.

Ambiental

En este aspecto se han seleccionado dos indicadores que dan fe de las implicaciones de las actividades humanas sobre los recursos naturales. Interpretados en el contexto de la capacidad de adapta-

ción, éstos nos reflejan de manera cuantitativa una aproximación de cuanto puede hacer el ser humano a favor o en contra de la biodiversidad y sus servicios ambientales.

- *Porcentaje intervenido*, dado por la extensión de ecosistemas transformados en relación con un área determinada, que para este caso son las divisiones político-administrativas.
- *Porcentaje no protegido*, definido como el grado en el cual una unidad administrativa no posee figuras de conservación, se refleja en relación con la extensión de cada unidad administrativa ubicada geográficamente.

Cálculo del Índice de Capacidad de Adaptación Actual de la CRO

Después de hacer los análisis arriba descritos, promediamos los valores estandarizados de las tres variables (socioeconómica, infraestructura y ambiental) para obtener el índice de capacidad actual de la CRO, de acuerdo a la ecuación 8.

$$ICA = \frac{ISE+II+IA}{3} \quad [8]$$

Identificación de vulnerabilidad

La agrupación de la sensibilidad junto con el índice de capacidad adaptativa, proporcionan escenarios que permiten tener un panorama del grado de vulnerabilidad en la Cordillera Real Oriental (Tabla 3). Determinamos así cuatro escenarios de vulnerabilidad de acuerdo con la propuesta de Downing (2003), teniendo en cuenta el grado de riesgo/impactos climáticos, clasificados previamente en Alto y Bajo y la capacidad de adaptación clasificada también como Alta, Media y Baja, e identificamos el grupo de alto riesgo como comunidades vulnerables.

Tabla 3 Agrupación del riesgo climático por riesgo y capacidad de adaptación

Riesgos	Capacidad de adaptación		
	Bajo	Medio	Alto
Alto	Áreas de alta vulnerabilidad	Áreas de media vulnerabilidad	Áreas de baja vulnerabilidad
Bajo	Riesgos residuales altos	Riesgos residuales bajos	Sostenibilidad

Conclusiones

Por limitaciones en los datos disponibles y los procedimientos de análisis, los resultados de los análisis presentados tienen un margen de incertidumbre a considerar, por lo cual las interpretaciones que se desprenden de estos análisis deben tomarse como preliminares. No obstante y de acuerdo con el principio de precaución, es urgente iniciar el desarrollo de medidas de adaptación para aquellas áreas más sensibles, con capacidad adaptativa menor o más vulnerables, de tal forma que puedan responder a los nuevos retos impuestos por las tendencias actuales de cambio climático.

Con el fin de orientar los procesos participativos de construcción de estrategias locales, nacionales y regionales de adaptación para la CRO, se presentan a continuación las principales conclusiones de este análisis:

- Se espera un incremento progresivo de la temperatura media mensual en la CRO hasta un total aproximado de 2°C en el año 2099.
- La modelación de la precipitación presenta una leve tendencia general al aumento a escala de la CRO, aunque con variaciones locales significativas entre -20 y 60% y diferencias considerables de un año a otro.
- La única tendencia evidente en el cambio de la precipitación es el aumento continuado para la cuenca alta del río Pastaza en Ecuador.
- La mayor variación en la distribución de las zonas de vida de la CRO tendría lugar en la cuenca alta del río Pastaza en Ecuador. Las cuencas altas de los ríos Caquetá y Napo presentan tendencias similares también cercanas al 50% de cambio en la extensión de las zonas de vida.
- Nueve zonas de vida podrían incrementar su extensión bajo el escenario A2 y 10 bajo el B2 hacia el año 2030, mientras que otras nueve disminuirían hacia el 2050 bajo el escenario A2 y ocho bajo el B2.
- El matorral desértico, el bosque muy seco y el bosque seco, son las únicas zonas de vida que tenderían a incrementar en superficie para ambos escenarios en los dos periodos. Los cascos glaciares, el bosque andino muy húmedo y el bosque andino pluvial tenderían a disminuir bajo ambos escenarios de cambio climático.
- De 15 zonas de vida representadas en las áreas protegidas, actualmente existentes en la CRO, siete incrementan su extensión en más de 100% y el área de otras cinco se reduce en proporciones comparativamente menores frente a los dos escenarios de cambio climático.

- Los valores de cambio esperado en los ensamblajes de especies en la CRO alcanzarían los mayores valores en las cuencas altas de los ríos Napo y Pastaza para los dos escenarios de cambio climático.
- Los niveles de sensibilidad de las especies consideradas, seguramente subestiman el impacto que podrían tener las variaciones observadas sobre la composición y estructura de las comunidades bióticas de la CRO, pues el supuesto de una respuesta específica individual ante las variaciones de nicho climático de las especies no tiene en cuenta las consecuencias que podría acarrear el cambio de distribución de un organismo sobre las poblaciones de aquellas especies con las que interactúa.
- Los mayores valores de sensibilidad del sistema biodiversidad corresponden a la cuenca del Pastaza en ambos escenarios. Las cuencas del Putumayo, el Santiago/Cenepa y el Marañón presentan cambios mucho más acentuados frente al escenario A2 y las del Caquetá y el Napo alcanzan sus mayores valores de sensibilidad ante el escenario B2.
- La estimación de la oferta de agua superficial reveló que la cuenca del río Santiago (cuenca alta del río Marañón) es la subcuenca de la Cordillera Real Oriental con los menores caudales. Las cuencas de los ríos Zamora y Putumayo a la altura de las estaciones Bomboiza y Angosturas presentan los mayores caudales.
- Las variaciones esperadas en los caudales de las cuencas mayores de la CRO para los años 2030 y 2060 tienen una relación directa con la variación de la precipitación.
- La sensibilidad de las subcuencas muestra tendencias diferentes en los dos escenarios. Algunas de ellas son positivas y otras negativas.
- Las mejores relaciones esperadas de rendimiento hídrico en lts/seg/km² se presentan en las cuencas de los ríos Caquetá, Putumayo y Zamora. En general, no hay cambios significativos entre los dos periodos evaluados, excepto para las cuencas del Pastaza y el Santiago, donde mejoran los rendimientos.
- Las cuencas altas de los ríos Caquetá, Putumayo, Pastaza y Marañón son medianamente vulnerables para los dos escenarios (A2 y B2), mientras que las de los ríos Napo Zamora/Cenepa, Santiago y Marañón son más vulnerables al primero de estos dos escenarios.

Referencias

- Aguilar, M. 2007. *Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de los pobladores rurales de la planicie costera central de El Salvador*. GEF/Pnud.
- Broennimann, O., W. Thuiller, G. Hughes, G. F. Midgley, M. R. Alkemade, and A. Guisan. 2006. "Do geographic distribution, niche property and life form explain plants vulnerability to global change?" *Global Change Biology* 12: 1079–1093.
- CAN. 2007. *Acerca del Cambio Climático: Algunos Indicadores*. Septiembre. En: http://www.comunidadandina.org/desarrollo/clima_latino_indicadores.pdf.
- Castillo, E., Corredor J.L. y Castillo S. 2007. "Evaluación de la oferta Hídrica Superficial usando Herramientas SIG". En: Igac. 2007. *Análisis Geográficos* 37: 34-52.
- Comité Nacional sobre el Clima, 2001. Comunicación nacional República del Ecuador. <http://unfccc.int/resource/docs/natc/ecunc1s.pdf>
- Consejo Nacional del Ambiente. 2001. Comunicación Nacional del Perú a la Convención de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. <http://unfccc.int/resource/docs/natc/pernc1.pdf>
- Cuesta-Camacho, F., A. Ganzenmüller, M. Peralvo, J. Novoa, and M.G. Riofrío. 2006. *Predicting specie's niche distribution shifts and biodiversity change within climate change scenarios: A regional assessment for bird and plant species in the Northern Tropical Andes*. EcoCiencia, National Institute for Public Health and the Environment (RIVM-NEAA). Final Report.
- Downing, T.E. y A. Patwardhan. 2006. "Documento técnico 3: Evaluación de la vulnerabilidad para adaptación al clima". En: Lim B. & E. Spanger-Siegfried (eds). *Marco de políticas de adaptación al cambio climático: Desarrollo de estrategias, políticas y medidas*. Pnud. New York.
- Downing T.E. 2003. "Linking sustainable livelihoods and global climate change in vulnerable food systems". *Die Erde* 133: 363 – 378.
- Habiba, G., A. Suárez, R.T. Watson and D.J. Dokken (eds). 2002. *Cambio climático y biodiversidad*. Documento técnico V del IPCC. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. 93 p.
- Hijmans, R.J., S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones and A. Jarvis. 2005. "Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas". *International Journal of Climatology* 25: 1965–1978.
- Holdridge, L.R. 1967. *Life Zone Ecology*. Tropical Science Center. San José, Costa Rica.
- Ideam. 2001. *Colombia: Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. 267p.
- Ionescu, C., R.J.T. Klein, K.S. Kavi Kumar, J. Hinkel and R. Klein, 2005. *Towards a Formal Framework of Vulnerability to Climate Change*.

- NeWater Working Paper 2 and Favaia Working Paper 1, Potsdam Institute for Climate Impact Research. Potsdam, Germany. 20 p.
- IPCC. 2001. *Cambio Climático 2001: Informe de síntesis. Informe del Grupo de Trabajo I del IPCC*. En: <http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/wg1-report.html>
 - IPCC. 2007. *Cambio Climático 2007: Informe de síntesis. Informe del Grupo de Trabajo I del IPCC*.
 - Ministerio del Ambiente de Ecuador – MAE. 2008. *Escenarios de Cambio Climático en Ecuador utilizando el Sistema de Modelado Regional PreciS*.
 - Mitchell, T.D., T. R. Carter, P. D. Jones, M. Hulme and M. New. 2004. *A comprehensive set of high-resolution grids of monthly climate for Europe and the globe: the observed record (1901–2000) and 16 scenarios (2001–2100)*. Tyndall Working Paper 55, Tyndall Centre, UEA, Norwich, UK. <http://www.tyndall.ac.uk/>.
 - O'Brien, K., Eriksen, S. Schjolden, A. & L. Nygaard. 2004. *What's in a word? Conflicting interpretations of vulnerability in climate change research*. Oslo: Center for International Climate and Environmental Research. URL: <http://www.cicero.uio.no/media/2682.pdf>.
 - Phillips, S. J., R. P. Anderson and R. E. Schapire. 2006. "Maximum entropy modeling of species geographic distributions". *Ecological Modelling* 190: 231–259.
 - Sietchiping, R. 2006. "Applying an index of adaptive capacity to climate change in north-western Victoria, Australia". *Applied GIS* 2 (3): 16.1–16.28.
 - Soto, A. 2008. *Cambio climático en los 5 países de la región andina: Perspectivas y retos*. Consultas regionales para evaluar las prioridades, capacidades y vacíos de investigación sobre el Cambio Climático en América Latina y el Caribe". Consulta Sub-región de los Andes: Colombia, Perú, Bolivia, Venezuela, Norte de Brasil y Ecuador. Fundación Futuro Latinoamericano.
 - Thuiller, W, S. Lavorel and M. B. Araújo. 2005. "Climate change threats to plant diversity in Europe". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 102: 8245–8250.
 - Tyndall Center. 2003. Indicadores de nivel de riesgo de desastres relacionados con el clima por país. En: Secretaría General de la Comunidad Andina. 2007. *¿Y por dónde empezamos? Prioridades de la Comunidad Andina ante el cambio climático*. CAN, Pnud y Aeci.
 - Usda-SCS. 1964. Hydrology. Section 4, Part I, Watershed planning. En: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Conservación de Suelos. *National Engineering Handbook* 2004. Washington DC.

Adaptación al cambio climático

Política nacional
de cambio climático

JASON GARCÍA PORTILLA³⁹



Colombia: un país vulnerable

En la última década los desastres naturales han dejado como saldo 900.000 víctimas, 2.600 millones de afectados y 570 billones de dólares en pérdidas. Los países en vías de desarrollo son los más seriamente afectados por los eventos climáticos debido a la falta de recursos y planes de respuesta adecuados a tales fenómenos. En el contexto del cambio climático se espera que el impacto de tales eventos sea cada vez mayor, siendo los grupos y zonas más deprimidas y los sectores más vulnerables de la sociedad, como las mujeres y los niños, los más afectados (Figura 1).

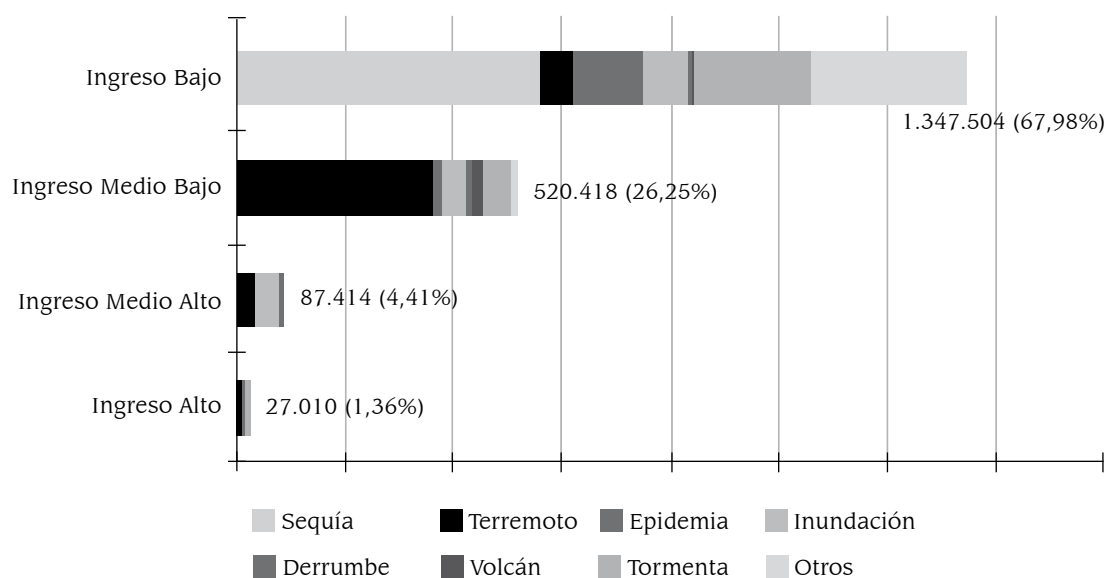
Son muchas las consecuencias irreversibles que se pueden desprender directa o indirectamente de la transformación del clima. Se pronostica que el cambio climático traerá escasez de agua y alimentos; la pérdida de gran parte de la biodiversidad; la destrucción de los asentamientos humanos, sobre todo de los costeros; graves problemas de salud, y un aumento significativo de los fenómenos extremos. En consecuencia, no es descabellado sostener que la paz y la seguridad de los países y las regiones se verá seriamente amenazada por la escasez de recursos y la pérdida súbita de los asentamientos y actividades económicas de muchos grupos humanos, lo que generará una situación de desplazamiento sin precedentes.

39. Grupo de Mitigación de Cambio Climático. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – Colombia. Hoy coordinador de DGR en el Ministerio del Interior y Justicia.

A pesar de su baja participación en la emisión de gases de efecto invernadero (Figura 2), Colombia es un país susceptible a muchas transformaciones en el contexto del cambio climático global, por lo que es preciso prepararse adecuadamente para poder anticiparse a las situaciones adversas propiciadas por las nuevas condiciones climáticas que ya empiezan a manifestarse.

Figura 1

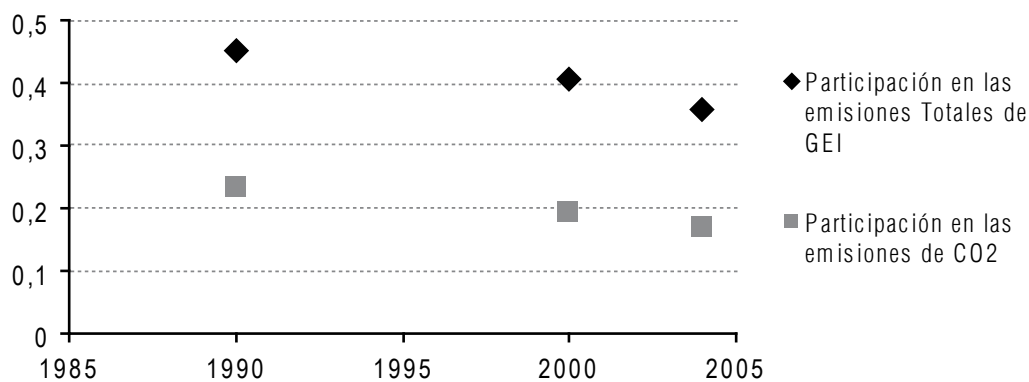
Número de muertos por desastres naturales a nivel mundial para el periodo (1975-2000)



© 2006 NatCatSERVICE, Geo Risks Research, Munich Re

Figura 2

Participación de Colombia en las emisiones mundiales de GEI



Ideam, 2007

Según los pronósticos, se estima que para los años 2050-2060 la temperatura anual del aire aumente entre 1°C y 2°C. Así mismo, la precipitación tendrá cambios en diferentes regiones, de aumento para algunas, de disminución para otras, más o menos entre 15% y 30% del valor anual del periodo comprendido entre 1961-1990.

Aparte de las transformaciones paulatinas arriba mencionadas, los estudios demuestran una tendencia al aumento de eventos extremos como huracanes y precipitaciones de alta intensidad como tormentas, aguaceros y granizadas. Además, el cambio climático tendrá consecuencias en otros aspectos de la vida humana como la salud. Por ejemplo, se estima que el aumento de la temperatura propiciará la aparición de vectores de enfermedades como el dengue y la malaria.

El cambio climático en el territorio colombiano se puede constatar con la transformación de sus glaciares, de los que se ha perdido el 50% del área en los últimos 50 años. En las últimas décadas se registra un incremento significativo del ritmo de la pérdida de extensión de los glaciares en comparación con el 1% de disminución de área anual registrada entre las décadas de los 40 hasta los 80. Hoy en día se pierde una extensión anual del orden del 2 al 3% de extensión. A este ritmo Colombia no tendrá cobertura de nieve en tres décadas (Ideam 2009. Observación y estudio de la dinámica glaciar en Colombia).

Otro indicio importante del cambio climático es la tendencia de aumento del nivel medio del mar en las costas colombianas. Según el Invemar el nivel medio del mar ha aumentado hasta 10 cm en el Caribe y 22 cm en el Pacífico.

Desde hace algunos años, Colombia se viene preparando con programas de adaptación al cambio climático y los fenómenos asociados. Con el concepto de adaptación se hace referencia a los ajustes con los que los sistemas naturales o humanos pueden responder a estímulos climáticos, reales o previsibles o a sus efectos, con el fin de atenuar las consecuencias perjudiciales o, incluso, de aprovechar en forma benéfica las nuevas oportunidades que pueden venir de la mano con las transformaciones del clima.

Incidencia de Colombia en negociaciones internacionales

Teniendo presente la necesidad de actuar de forma adecuada y con anticipación a los eventos provocados por el cambio climático, Colombia ha promovido políticas de adaptación por medio de su participación en diferentes eventos internacionales. A continuación se mencionan algunas iniciativas y participaciones de Colombia a nivel internacional:

- Propuesta de la creación del Fondo de Adaptación–Bali (COP 13 2007).
- Propuesta de creación del Centro Latinoamericano de Investigación en Adaptación al Cambio Climático–Accra (agosto 2008).
- Junta del Fondo de Adaptación: Se adopta el reglamento de la Junta del Fondo de Adaptación, el memorando de entendimiento entre la COP/MOP y el Consejo del FMAM, BM (fideicomiso). Se establece la capacidad jurídica necesaria para el desempeño de las funciones del Fondo. Y se discute sobre la administración y destinación del Fondo “Share of proceeds”–Poznan (COP 14 2008).

Avances en la Política de Cambio Climático en Colombia

Así mismo, Colombia ha avanzado en la formulación de políticas de mitigación de cambio climático y sus efectos. Entre estos lineamientos se cuentan las siguientes políticas e iniciativas:

- Elaboración del estudio de Estrategia para el MDL (MAVDT, 2000).
- Publicación de la primera comunicación ante la Convención Marco de Cambio Climático de las Naciones Unidas (Ideam, 2001).
- Lineamientos de Política de Cambio Climático (2002).
- Creación de la oficina colombiana para la Mitigación del Cambio Climático (2002).
- Inclusión de la temática en el Plan Nacional de Desarrollo (2002-2006) y en Plan Nacional de Desarrollo (2006-2010).
- Elaboración del documento Conpes 3242 (2003).
- Política Nacional de Cambio Climático (en desarrollo).

Avances en adaptación al cambio climático en Colombia

Dentro de los proyectos de adaptación al cambio climático adelantados en Colombia se incluye el proyecto Inap, co-financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial. Este proyecto tiene como objetivo definir e implementar medidas de adaptación piloto y opciones de política que preparen al país para resolver anticipadamente los efectos negativos del cambio climático. Algunos de sus objetivos particulares son:

- Garantizar el suministro de agua dulce en el Archipiélago de San Andrés y proteger los arrecifes de corales del Rosario;
- Prepararse para la reducción de la oferta hídrica en el parque Chingaza,
- Controlar el potencial incremento de morbilidad y mortalidad por dengue y malaria debido al incremento de la temperatura y la humedad en algunas regiones del país.

También se ha desarrollado el Programa Holandés de Asistencia Técnica para Estudios de Cambio Climático: NCCSAP-Colombia. En el tema de zonas marinas y costeras, el programa NCCSAP-Colombia, apoyado por el gobierno holandés, estableció la vulnerabilidad de los sistemas bio-geofísicos y socio-económicos debido a un cambio en el nivel del mar en las zonas costeras del Caribe, el Pacífico Continental y el Caribe Insular colombianos, formulando medidas de adaptación en zonas piloto como Tumaco y Cartagena.

Para concluir, es importante señalar el portafolio de proyectos de adaptación, en donde se incluyen algunos proyectos ya en marcha y otras iniciativas que se encuentran en formulación y gestión de recursos. Entre los proyectos del portafolio se destacan: el proyecto Macizo Colombiano-Naciones Unidas; Mitigación y Adaptación al Cambio Climático-PNN El Cocuy-UAESPNN; dos proyectos de corredores biológicos (IAvH) y algunos proyectos en ejecución gestionados por WWF.



Medidas de Adaptación en la Alta Montaña de Colombia

Programa Nacional de Adaptación al Cambio Climático (Inap). Componente B Alta Montaña Caso Piloto Chingaza

KLAUS SCHUTZE⁴⁰

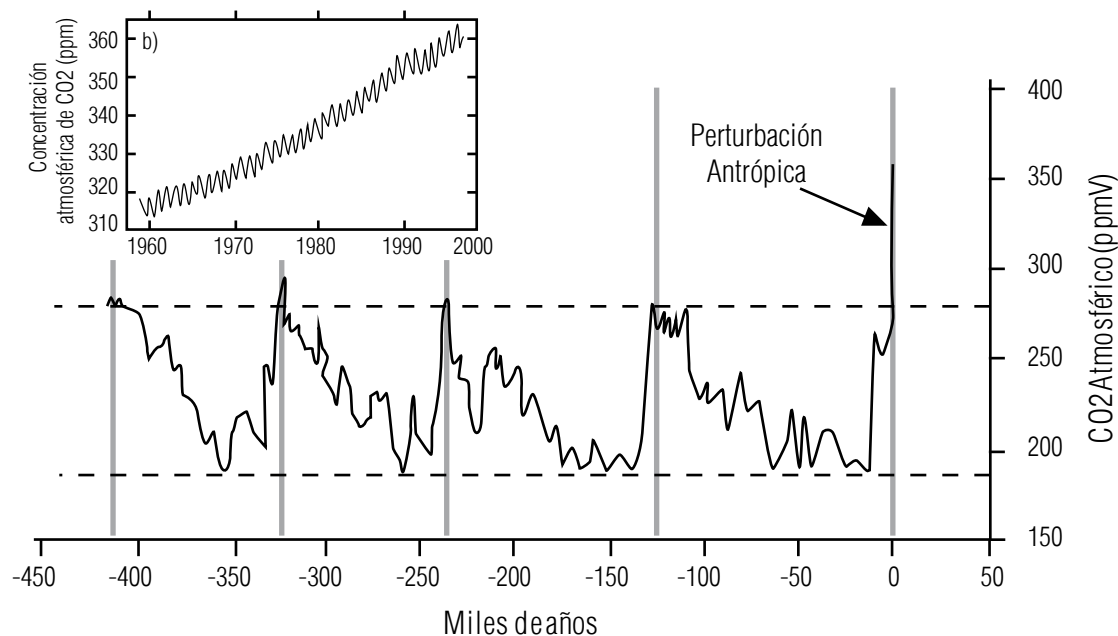


Estudios científicos muestran cómo a través de la investigación de las burbujas de los casquetes de hielo en la Antártida, se han identificado variaciones de CO₂ (gas de efecto invernadero) en el planeta a lo largo de su historia geológica. La Figura 1 muestra la composición de la atmósfera durante los últimos 450 mil años, indicándonos que han existido cuatro momentos en donde la atmósfera ha tenido altas concentraciones de CO₂ y cómo el planeta ha necesitado cerca de 150 mil años para volver a las concentraciones promedio. Esto nos hace reflexionar sobre la escala del tiempo a la que el planeta trabaja en este tipo de procesos naturales. Si analizamos lo que está sucediendo hoy (a la derecha de la Figura 1), donde las concentraciones están alrededor de 386 ppm, lo que observamos es la coincidencia del incremento de actividades humanas generadoras de este gas, con datos de concentraciones de CO₂ por fuera de los más altos valores.

40. Coordinador
Componente Alta
Montaña Proyecto
Inap, Ideam; elcam-
nante@etb.net.co.

Figura 1

Concentraciones de CO₂ a lo largo de la historia. Presentado por el Profesor Alan Rodger, Citando a: Luthi *et ál.*, Nature, 15 May 2008. Siegenthaler *et ál.*, Science 2005 (Epica Gas Consortium)⁴¹



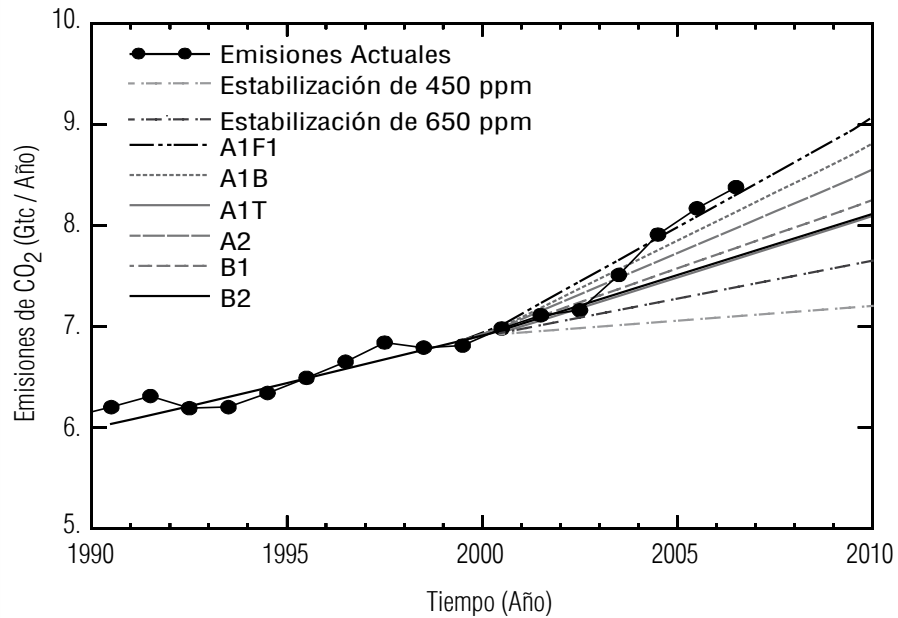
Los anteriores indicios, junto con los últimos datos de concentraciones de gases efecto invernadero, que nos dicen que ya hemos sobrepasado hasta los escenarios más pesimistas (Figura 2), nos llevan a creer que las medidas de adaptación deberían tener una prioridad igual o mayor que las medidas de mitigación.

El escenario de cambio climático desarrollado por el instituto inglés Hadley Centre, muestra que las zonas más frías del planeta sufrirán mayor aumento de temperatura, mientras que en la Amazonia se encontrará la mayor sequía a nivel mundial. Estos modelos de escala global desdibujan la zona Andina y no permiten ver la relación existente entre la precipitación en los Andes y la evapotranspiración en la Amazonía.

41. Presentación Profesor Alan Rodger: <http://www.slideshare.net/connectedurbandev/prof-alan-roger-the-latest-evidence-on-climate-change-beyond-ipcc-presentation>. British Antarctic Survey 2008. Citando a "High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000–800,000 years before present"; Dieter Lüthi, Martine Le Floch, Bernhard Bereiter, Thomas Blunier, Jean-Marc Barnola, Urs Siegenthaler, Dominique Raynaud, Jean Jouzel, Hubertus Fischer, Kenji Kawamura, & Thomas F. Stocker. Nature 453, Accepted 17 March 2008. <http://www.nature.com/nature/journal/v453/n7193/full/nature06949.html> y Citando a: European Project for Ice Coring in Antarctica: (800,000 years of climate and) 650,000 years of CO₂ from ice cores Eric Wolff (ewwo@bas.ac.uk), On behalf of the Epica community. British Antarctic Survey.

Figura 2

Concentración de CO₂ actuales y a partir de 1990, tomado de Raupach *et ál.* (2007)⁴²

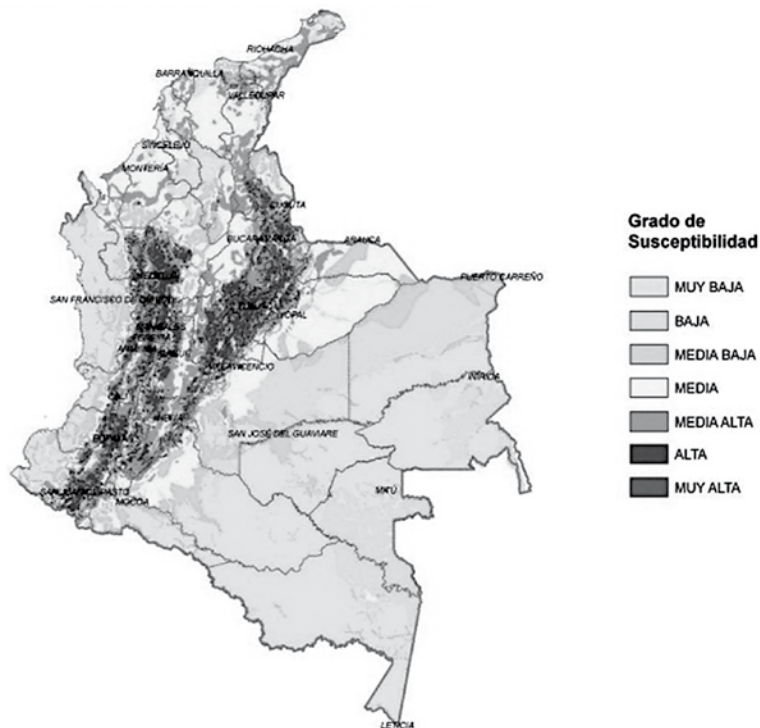


42. Raupach, M.R., G. Marland, P. Ciais, C. Le Quéré, J.G. Canadell, G. Klepper and C. B. Field. 2007. Global and regional drivers of accelerating CO₂ emissions. URL: <http://www.pnas.org/content/104/24/10288.full.pdf+html>.

43. Ideam – Ministerio de Ambiente, Pnud, C. Castaño (ed.). 2002. Páramos y Ecosistemas Alto Andinos de Colombia en Condiciones HotSpot & Global Climatic Tensor- Capítulo "Aproximación a un modelo para la evaluación de la vulnerabilidad de las Coberturas Vegetales de Colombia ante un posible cambio climático utilizando Sistemas de Información Geográfica SIG con énfasis en la Vulnerabilidad de las coberturas nivel y de Páramo de Colombia". H. Gutiérrez. p 371.

Mapa 1

Vulnerabilidad de las coberturas vegetales en Colombia⁴³ con escenario de cambio climático 2xCO₂



Al cruzar el mapa de temperatura y el mapa de zonas de vida de Colombia con los ecosistemas y el escenario de cambio climático (2xCO₂), se encuentra que la vulnerabilidad de las coberturas vegetales en la zona Andina es mayor que en el resto del país (Mapa 1). Dado que los ecosistemas de esta zona proporcionan el 80% de la energía hidroeléctrica del país y otros servicios ecosistémicos importantes para las comunidades, deben ser considerados de alta prioridad de conservación.

Por ecosistemas de alta montaña se entienden los glaciares, los páramos, los bosques andinos y, en un enfoque ecosistémico, los sistemas productivos asociados a ellos. La iniciativa Inap en Colombia y su componente de alta montaña buscan comprender y desarrollar medidas de adaptación en estos ecosistemas. Para ello, el proyecto Inap se enfoca en las siguientes líneas de acción:

- **Generación de Información sobre cambio climático en la planeación y manejo en el macizo de Chingaza para mantener el servicio de los ecosistemas, incluido el potencial hidroeléctrico.** Planteada a partir de un sistema de información geográfica, en donde se tiene la información estructurada, para poder hacer preguntas frente a vulnerabilidad o adaptabilidad. De igual manera se está realizando seguimiento al ciclo del agua y del carbono para poder monitorear la estabilidad del ecosistema.
- **Reducción de los impactos adversos en la regulación hídrica de la cuenca del río Blanco del macizo de Chingaza.** Planteada a partir de la definición de una estructura ecológica territorial adaptativa, un concepto que viene desde la estructura ecológica principal, es decir, aquellas coberturas vegetales que mantienen la regulación hídrica en asocio a un servicio ambiental. Así mismo, la línea se plantea desde la restauración, que es una estrategia para recuperar el suelo de los impactos por cambio de uso y la ampliación de la frontera agrícola. También se considera aquí la prevención de riesgos a desastres y impactos que ocurren en la cuenca, como incendios, deslizamientos y la presencia de especies invasoras.
- **Modelos de planificación del uso de la tierra, que incorporen los impactos del cambio climático.** Realizados con base en la revisión de los planes de ordenamiento territorial de los municipios de Choachí, La Calera y Guasca. Se busca aquí que estos planes sean insumo para el plan de ordenación del río Blanco.
- **Mejorar los agroecosistemas productivos en la cuenca del río Blanco del macizo de Chingaza.** Hablamos de adaptar los sistemas productivos para evitar la presión sobre los ecosistemas naturales. No estamos adaptando los sistemas para obtener mayor productividad y de esta forma menor presión sobre los ecosistemas, sino

para evitar la presión de los sistemas productivos sobre la estructura ecológica territorial adaptativa y mejorar los ecosistemas a partir de un manejo eficiente del recurso hídrico.

Todas las medidas de adaptación son parte de un proceso desde la mirada ecosistémica, es decir que toman en cuenta la participación comunitaria, entendida no como una consulta a la comunidad, sino la participación comunitaria desde el inicio de todas las actividades: el monitoreo y la verificación de la vulnerabilidad, la educación y la investigación alrededor de conocer (por qué somos vulnerables en cuanto a cambio climático). Bajo esta perspectiva, las comunidades traducen los conocimientos a escala local, denominado “Plan de vida adaptativo”, en armonía con sus planes de vida. Son adaptativos, porque estamos respondiendo con el plan de vida a los impactos del cambio climático. Realmente no se separa a la especie humana de los ecosistemas, esto es lo que nosotros llamaríamos un proceso cultural, dado que la cultura es la que nos muestra la representación de las relaciones entre los seres humanos y los ecosistemas. Por lo tanto, es necesario hacer una revisión de los aspectos culturales, y por medio de la educación ambiental incidir en las relaciones del hombre y la naturaleza.

Ubicación del Proyecto

El área inicial del proyecto se encontraba entre los departamentos del Tolima y Valle (Parque Nacional Natural Las Hermosas), pero fue necesario cambiar de sitio hacia el macizo de Chingaza y la cuenca del río Blanco. No obstante, se está trabajando en el primer componente del proyecto en el Parque Nacional Natural Los Nevados, para poder obtener información del ciclo del agua y del carbono. De esta forma se busca encontrar, por un lado, las relaciones entre la presencia de glaciares y los aportes al ciclo hidrológico, y por otro ver cómo los suelos de la cordillera Central, que son suelos volcánicos, difieren en su capacidad de almacenamiento de carbono con respecto a los de la cordillera Oriental (suelos sedimentarios).

Mapa 2

Ubicación del Proyecto



Componentes y medidas de adaptación

Componente 1. Generación de Información

Para la primera línea de adaptación se cuenta con un sistema de información estructurado que corresponde al Sistema de Información Ambiental de Colombia (manejado por la Subdirección de Ecosistemas del Ideam). Este mapa se encuentra articulado con todo el Sistema Nacional Ambiental de Información de Colombia, compuesto por todos los institutos de investigación del país, las corporaciones autónomas y los municipios. En este sistema de información se maneja el nivel nacional a escala 1:500.000, tanto en información básica, como temática. A un nivel regional se maneja información a escala 1:100.000, y a un nivel local a escala 1:25.000. El reto y los vacíos de información consisten en bajar las escalas de trabajo, que-

dando claro que las cuatro medidas de adaptación en marcha deben estar dirigidas a generar información a las tres escalas. Todos los insumos del proyecto se reflejan en las bases cartográficas generadas, las cuales en algunos casos se están obteniendo a escala 1:10.000, debido a que la unidad de ordenación de los sistemas productivos es el predio y la delimitación a esta escala debe ser predial.

El otro aspecto de la primera medida de adaptación se refiere al monitoreo del ciclo de agua y del carbono en los ecosistemas de alta montaña, la cual se lleva a cabo en la cuenca del río Claro en el parque Los Nevados (cuenca abastecedora de Chinchiná). Este componente está regido por:

- Implementación y validación del protocolo en ecosistemas de alta montaña.
- Instalación de la red de monitoreo en ecosistemas de alta montaña.
- Inicio de recolección, procesamiento y análisis de la información (recolectada y existente). Por el Grupo de Monitoreo y Modelación del Ideam.

El objetivo de llevar a cabo investigación sobre el protocolo de monitoreo del ciclo de H_2O y CO_2 , es el de caracterizar la complejidad de estos ciclos en cuanto a su composición (variables biofísicas y socioeconómicas) y conocer el funcionamiento de los ciclos y la vulnerabilidad de los mismos ante los efectos del cambio climático. Este protocolo se basa en los siguientes bloques:

- Bloque 1. Selección del ecosistema (s).
- Bloque 2. Definición de preguntas de investigación.
- Bloque 3. Recolección de datos secundarios.
- Bloque 4. Diseño de la red de monitoreo.
- Bloque 5. Programa de Monitoreo.

Componente 2. Reducción de los impactos adversos en la regulación hídrica

Este componente se rige a partir del documento “Marco Conceptual para la Definición de la Estructura Ecológica Territorial Adaptativa (Eeta)”. De esta manera se busca incluir lineamientos sobre los impactos del cambio climático en los instrumentos de planificación de uso de la tierra en los municipios de La Calera y Choachí y tener un instrumento para evaluar el potencial de adaptación y manejo de la cuenca.

Por otro lado se plantean medidas de restauración, desde el modelo “Restauración Ecológica Participativa”, a partir de un listado preliminar de especies que integra tres categorías: rondas, mantenimiento de ecosistemas y la categoría asociada, que son los sistemas

productivos asociados a la integridad de los ecosistemas, teniendo en cuenta aspectos tanto de conectividad y representatividad de los ecosistemas, como de funcionalidad de las especies en los ecosistemas.

De igual manera se vienen apoyando técnicas para la construcción de un *Centro Experimental de Germinación y Propagación de Especies vegetales de Alta Montaña*.

Se están realizando capacitaciones para el manejo de las especies nativas. A partir de las organizaciones locales, se identifican las especies idóneas para hacer este tipo de tratamientos. Además se va a construir un centro experimental en el predio del Colegio Mundo Nuevo, de tal forma que allí se puedan hacer las primeras prácticas de propagación y germinación.

Componente 3. Modelos de planificación del uso de la tierra

Este componente consiste en el acompañamiento a los Planes de Ordenamiento Territorial de La Calera y Choachí, de tal forma que incorporen elementos de cambio climático y definan acciones directas de adaptación. Igualmente se busca el fortalecimiento de Croprat o planes municipales de prevención de riesgos, que actualmente están muy desarticulados.

Así mismo se vienen adelantando acciones locales, como por ejemplo en la comunidad de Mundo Nuevo, donde se realiza el proceso de socialización y participación comunitaria, obteniendo compromisos locales para el fortalecimiento de la capacidad local para adoptar y extender las actividades piloto. Se están realizando talleres de socialización de la red de monitoreo de los ciclos del agua y el carbono con las comunidades de Mundo Nuevo. También se desarrollan actividades con el Colegio Mundo Nuevo.

Componente 4. Mejorar los agro-ecosistemas productivos

Consiste en la caracterización de los agroecosistemas de forma participativa, en donde se realizan mapas, predio por predio, que posteriormente son integrados al sistema de información geográfica, teniendo en cuenta que el predominio del minifundio en la cuenca supera los 30 años, y donde hay un gran conocimiento por parte de las comunidades locales, así como también sentido de pertenencia.

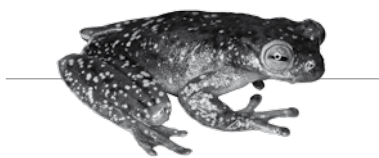
El desarrollo predial se caracteriza porque el 96% de las unidades familiares presentan tenencia de sus predios. Existe apropiación de elementos de biodiversidad locales y reconocimiento de los sistemas

productivos alrededor del uso del agua y las aguas residuales. Como resultado de esta caracterización se tiene un listado preliminar de las actividades necesarias para adaptar los sistemas productivos, como por ejemplo fortaleciendo las huertas escolares, preparando abonos orgánicos y evitando el uso de agroquímicos.

Estas actividades se realizan por medio de encuentros culturales, como el Festival de la Cuenca, donde se integran todas las actividades, tanto las asociadas a los sistemas productivos, como las actividades educativas, frente al manejo de recursos. Nosotros entendemos que las medidas de adaptación son respuestas culturales, las cuales debemos fortalecer con valores que favorezcan el cuidado de la naturaleza.

Referencias

- Ideam – Ministerio de Ambiente, Pnud, C. Castaño (ed.). 2002. *Páramos y Ecosistemas Alto Andinos de Colombia en Condiciones HotSpot & Global Climatic Tensor- Capítulo "Aproximación a un modelo para la evaluación de la vulnerabilidad de las Coberturas Vegetales de Colombia ante un posible cambio climático utilizando Sistemas de Información Geográfica SIG con énfasis en la Vulnerabilidad de las coberturas nivel y de páramo de Colombia"*. H. Gutiérrez. p 371.
- Ideam. 2001. *Segunda Comunicación Nacional de Colombia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático* (CMNUCC).
- Raupach, M.R., G. Marland, P. Ciais, C. Le Quéré, J.G. Canadell, G. Klepper and C. B. Field. 2007. *Global and regional drivers of accelerating CO₂ emissions*. URL: <http://www.pnas.org/content/104/24/10288.full.pdf+html>.
- Rodger, A. Presentación. En: <http://www.slideshare.net/connectedurbandev/prof-alan-roger-the-latest-evidence-on-climate-change-beyond-ipcc-presentation>. British Antarctic Survey 2008. Citando a "High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000–800,000 years before present"; Dieter Lüthi, Martine Le Floch, Bernhard Bereiter, Thomas Blunier, Jean-Marc Barnola, Urs Siegenthaler, Dominique Raynaud, Jean Jouzel, Hubertus Fischer, Kenji Kawamura, & Thomas F. Stocker. *Nature* 453, Accepted 17 March 2008. <http://www.nature.com/nature/journal/v453/n7193/full/nature06949.html> citando a: European Project for Ice Coring in Antarctica: (800,000 years of climate and) 650,000 years of CO₂ from ice cores Eric Wolff (ewwo@bas.ac.uk), On behalf of the Epica community. British Antarctic Survey.



Proyecto de Adaptación al Cambio Climático

por medio de una Efectiva Gobernabilidad del Agua en Ecuador

FAUSTO ALARCÓN⁴⁴



El Proyecto de Adaptación al Cambio Climático en el Ecuador (Proyecto Pacc) tiene como meta “Incorporar los riesgos asociados al cambio climático dentro de las prácticas de manejo del recurso hídrico en el Ecuador”. Su objetivo es “aumentar la capacidad de adaptación en respuesta a los riesgos del cambio climático en la gestión de los recursos hídricos a nivel nacional y local”.

El estudio que se presenta servirá para entender la vulnerabilidad actual a los impactos climatológicos. Al analizar de manera combinada la vulnerabilidad actual y los escenarios de cambio climático, se tendrá una base para evaluar la vulnerabilidad futura de los recursos hídricos en cuencas priorizadas. El marco conceptual tiene su asidero en los lineamientos básicos propuestos por la metodología del “Marco de Políticas de Adaptación” -APF (por su sigla en inglés) desarrollado por el Pnud (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo), basado en la experiencia de una serie de expertos en el tema.

Para el Pacc, esta evaluación de vulnerabilidad actual ante cambio climático será la línea base que permitirá identificar las regiones históricamente más vulnerables. Además, facilitará el reconocimiento de características esenciales de la región de análisis, que han incidido para que las amenazas de índole climática hayan provocado daños materiales, económicos y pérdidas de vidas humanas. El de-

44. Ministerio del Medio Ambiente – Ecuador.

sarrollo de este componente es esencial para identificar las medidas de adaptación (y los grupos objetivo) más efectivas para reducir la vulnerabilidad futura frente a los efectos del cambio climático; así como justificar las intervenciones que el Proyecto realizará en coordinación con los actores locales ubicados dentro de las cuencas de interés.

El marco metodológico propuesto para este estudio se centra en los aspectos esenciales de la definición de vulnerabilidad, riesgo, amenaza y vulnerabilidad. Al respecto, el trabajo propuesto contempla cinco actividades: i) descripción metodológica; ii) descripción de las cuencas; iii) análisis de amenazas; iv) análisis de vulnerabilidad, y v) comunicación de los resultados. Además se hace un análisis del marco institucional en el manejo de los recursos hídricos, manejo de riesgos y desarrollo.

Para este estudio se han seleccionado 6 cuencas, las cuales se ubican tanto en la región litoral (3) como en la región Sierra Sur del Ecuador (3). Estas cuencas tienen diversas características, tanto físicas como socioeconómicas, y una representatividad nacional que permitirá tener una muestra importante para abordar la problemática asociada con el recurso hídrico y los eventos climatológicos. Las cuencas de análisis son: Chone y Portoviejo, Babahoyo, Paute, Jubones y Catamayo. Para la selección de estas cuencas fueron considerados varios factores tales como los impactos históricos asociados con eventos hidrometeorológicos, su importancia estratégica para la seguridad energética y alimentaria del país y, particularmente, el interés de los actores locales así como el apoyo de éstos a la gestión del Pacc.

Análisis

La severidad de los impactos asociados con desastres de origen climatológico en el Ecuador y los potenciales impactos que podrían presentarse en el futuro asociados al cambio climático hacen de extrema importancia entender las razones por las que las diferentes comunidades en el país sufren daños. Este estudio se ha realizado a través del análisis de vulnerabilidad. Este análisis considera la amenaza o condición climatológica adversa, que puede tener diferentes expresiones: falta o exceso de lluvias temperaturas extremas, por ejemplo. Igualmente, el análisis incorpora la capacidad de respuesta ante estas condiciones del clima

La microcuenca del río Paute se encuentra en tres Provincias: Azuay, Morona Santiago y Cañar, formando parte de la vertiente Oriental y se encuentra en el callejón interandino. Las pendientes

que predominan en la zona se encuentran en el rango de 25 a 50%; el relieve escarpado es representativo de la zona media y baja, le sigue un relieve montañoso. Los rangos altitudinales varían entre los 500 y 4.000 m de elevación.

Los rangos de temperatura media multianual en la subcuenca van desde 4,4°C hasta 18,6°C. Este amplio rango de temperatura se debe a su gradiente altitudinal, puesto que la cuenca va desde 4.250 m (ecosistema de páramo) hasta 550 m en la confluencia de los ríos Paute con el Negro. Las zonas de menor temperatura corresponden a las cumbres de la cordillera Occidental de los Andes con un promedio de temperatura media de 6°C, mientras que las zonas más cálidas se encuentran en los valles interandinos y en el oriental de la zona del subtrópico hacia la Amazonía, con promedios de 22 a 26°C.

En el Cantón Cuenca, a diferencia de los demás sitios analizados, la población rural es inferior a la población urbana (42% vs. 58%). La ciudad más importante en la zona de estudio es Cuenca, capital de la provincia de Azuay, con cerca de 300 mil habitantes, seguida de Azogues (capital provincial de Cañar), cuya población es 10 veces inferior a la de Cuenca. Otras ciudades importantes son Gualaceo (con 11.000 habitantes) y Paute (con 5.000 habitantes).

La actividad económica predominante en la microcuenca del Paute es la agricultura, una de las principales actividades de la población rural. En las zonas media y alta predomina la agricultura de subsistencia y la mediana producción, con el maíz, el frijol y la papa como cultivos transitorios principales. Los frutales como el tomate de árbol y manzana se cuentan entre los cultivos permanentes. La población de ganado vacuno es la más importante de las seis cuencas en estudio, con más de 250 mil cabezas, al igual que la de cuyes, con una población cercana a un millón de unidades.

El análisis de vulnerabilidad se basó en el procesamiento de la información meteorológica disponible en las estaciones climatológicas que maneja el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (Inamhi) en el país. Esta información luego de ser procesada estadísticamente en búsqueda de tendencias históricas, fue utilizada en un modelo conceptual de balance hídrico para determinar a nivel mensual la ocurrencia de condiciones de exceso o déficit para las diferentes estaciones que representan las condiciones de una cuenca. Este análisis se representa por los siguientes indicadores hidrometeorológicos:

- Para representar el exceso de precipitaciones extendidas, generador de inundaciones y deslizamientos, se ha adoptado el Indicador Porcentaje de Tiempo con presencia de lluvias abundantes (proveniente del balance hídrico del suelo);

- Para representar la escasez de precipitaciones extendidas, generador de sequías, se ha adoptado el indicador del valor de la Mediana de meses seguidos con escasez de lluvias (proveniente del balance hídrico del suelo), y
- Para representar el exceso de precipitaciones puntuales (lluvias intensas), generador de avenidas y deslizamientos, se ha adoptado el Indicador del Número de Tormentas Típicas por Década (proveniente del Análisis de ocurrencia de tormentas).

De acuerdo con el análisis realizado se puede concluir que la microcuenca del río Paute tiende a incrementar su temperatura a una tasa de 0,28°C por década, con respecto a su valor medio mensual, en tanto que la precipitación media mensual acumulada, muestra una tendencia de incremento en sus valores medios mensuales de 3,98 mm por década.

El balance hídrico de segundo orden para la microcuenca del río Paute permite identificar que a partir del mes de marzo y hasta julio, se cuenta con un periodo de exceso hídrico y que el tiempo restante del año corresponde a un periodo donde se intercalan periodos de equilibrio y de déficit hídrico.

Los resultados a nivel de cuenca, permiten verificar que la microcuenca del río Paute se caracteriza por una variabilidad homogénea entre periodos con abundancia de lluvias, periodos con lluvias normales y periodos con escasez. Sin embargo, la distribución espacial permite identificar desigual comportamiento dentro de la cuenca. Los valles centrales alrededor de Cuenca, Azoguez, Paute, Gualaceo y Sígsig, se caracterizan por ser zonas secas con ausencia de precipitaciones, en tanto las regiones occidental (páramos de la cordillera de los Andes) y oriental (salida hacia la Amazonia) de la cuenca hidrográfica, son regiones con abundancia de precipitaciones.

La caracterización sobre anomalías en la precipitación de la microcuenca del río Paute, permite identificar que el porcentaje de tiempo en el que se registra abundancia de lluvias es de 26,4%. El porcentaje de tiempo en el que se registran periodos con escasez de lluvias, es de 36,4%, quedando 37,2% del tiempo total para periodos con lluvias normales.

Los periodos extremos con escasez de lluvias están caracterizados por tener una duración de 2,52 meses, como valor central. Finalmente, el número de tormentas típicas con periodos de retorno iguales o mayores a 2 años, ocurridas dentro de la cuenca, ha sido en promedio de 11,47 tormentas en cada década.

A continuación del análisis de anomalías climatológicas se llevó a cabo un análisis de la susceptibilidad geomorfológica a la ocurrencia

cia de distintos tipos de amenazas hidroclimatológicas, utilizando herramientas de Sistema de Información Geográfica. Esto permitió distinguir regiones susceptibles a inundaciones o a deslizamientos y aluviones. El cruce entre la representación espacial de las anomalías climatológicas y la susceptibilidad geográfica permitió generar los mapas de amenazas para cada uno de los eventos considerados en este análisis: sequías, avenidas, inundaciones y deslizamientos. De este análisis se desprende que la microcuenca del río Paute está expuesta de manera significativa al impacto que ocasionen los deslizamientos y las avenidas, principalmente en las zonas escarpadas de la cuenca, así como de sequías, particularmente en los valles centrales correspondientes a los cantones de Gualaceo, Paute y Azoguez.

Los resultados obtenidos en el análisis de amenazas pueden ser cotejados con la ocurrencia histórica de diferentes tipos de desastres en las cuencas de análisis. Este análisis de ocurrencia de desastres se ha realizado de dos maneras en el presente trabajo. Por una parte se consideró, por medio de una encuesta realizada, la percepción de los actores locales sobre el grado de importancia de los eventos ocurridos. Adicionalmente a la información provista por los actores locales sobre estos eventos, se analizaron los registros de la base de datos de Desinventar, un Sistema de Inventarios o una metodología de registro de información sobre características y efectos de diversos tipos de desastres que opera para diferentes países en Latinoamérica. En Ecuador la base de datos de Desinventar se construye con base en registros noticiosos de los diferentes desastres.

Según los actores clave, las inundaciones son un tema de importancia para la subcuenca de Babahoyo, debido a la frecuencia de ocurrencia, así como por el impacto que estas generan. Incluso al momento de realizar la encuesta, algunas zonas de la subcuenca se encontraban inundadas y se podía ver el impacto de las mismas.

En el tema de las inundaciones, se rescatan casos como el del cantón Babahoyo, que se encuentra en cierto grado protegido por la carretera elevada que lo bordea y evita que el agua ingrese. Sin embargo, como mencionan los actores locales, es a su vez una camisa de fuerza ya que el territorio es limitado para una población creciente y que presionará los límites territoriales. Además, en el caso de las inundaciones, queda aislado por el bloqueo de las vías.

Los actores de la microcuenca del Paute han identificado como principales amenazas las inundaciones y los deslizamientos, considerando que son las que mayor impacto generan sobre la población, la producción y la infraestructura. El tema de las inundaciones cobra importancia por ejemplo en la ciudad de Cuenca, ya que se encuentra atravesada por cuatro ríos y la crecida de los mismos afecta

directamente a la población y a la infraestructura, por ejemplo a los puentes, como el que fue destruido por el río Tomebamba. En el caso de los deslizamientos, los actores reconocen un impacto generalizado en toda la microcuenca, que se incrementa con el tiempo por los nuevos asentamientos humanos en zonas de alto riesgo. Se reconoce una debilidad por ausencia de estudios de suelos. Con un impacto menor, se mencionan las sequías, sobre las cuales los actores locales recuerdan principalmente el impacto que producen en torno a la suspensión del servicio energético.

Tal como lo mencionan los actores, según la base de datos del Desinventar, en la microcuenca del Paute existe una concentración importante en torno a la ocurrencia de deslizamientos, siendo ésta la principal amenaza. Así, Paute es la unidad de análisis que mayor participación porcentual (54% del total de eventos en la microcuenca) tiene por ocurrencia de deslizamientos, en comparación con las otras unidades de análisis.

La segunda amenaza en torno al número de registros son las inundaciones, con una participación importante del total de eventos; pero es una de las unidades de análisis con la menor participación porcentual (32% del total de eventos ocurridos en la microcuenca), seguida únicamente por la cuenca Catamayo-Chira (30% del total de eventos ocurridos en la cuenca). Entre los deslizamientos y las inundaciones, se concentra el 90% del total de eventos en la microcuenca. A estos eventos le siguen las avenidas, sequías y aluviones, con una participación bastante reducida. Es importante recalcar que la base de datos de Desinventar cuenta con una serie de limitaciones metodológicas que pueden conllevar por ejemplo a desestimar la ocurrencia de ciertos desastres con una menor cobertura periodística, como es el caso de las sequías.

La información que queda recopilada en la base de datos de Desinventar, permite identificar en varios casos los tipos de impactos y sus magnitudes relacionados con la ocurrencia de desastres en cada región. De los tipos de impactos registrados en esta base de datos se considera que quedan registrados de manera más consistente en un formato periodístico (fuente de información de Desinventar) aquellos que están relacionados con pérdidas humanas y pérdidas materiales. A pesar de que existen en algunos casos registros asociados por ejemplo a impactos económicos, este registro no es consistente a lo largo de la base de datos. Por esta razón se ha decidido realizar el estudio de los impactos asociados a desastres de causa hidrometeorológica de acuerdo a dos métodos alternativos. En el caso de los impactos por pérdidas humanas y materiales se utiliza la base de datos de Desinventar. Los impactos por pérdidas humanas

y materiales en las áreas de estudio de acuerdo a la base de datos de Desinventar se han agregado por medio del cálculo del Índice de Riesgo Materializado (IRM). Este Índice permite darles a estos impactos un valor numérico que haga posible comprender, para cada uno de los cantones, la magnitud de los principales impactos ocasionados por las diferentes amenazas.

Para el caso de las pérdidas económicas en diferentes sectores productivos, se considera un análisis a un nivel espacial más amplio utilizando diferentes fuentes de información. El punto de partida de esta metodología consiste en la utilización de los resultados del modelo de Balance Hídrico de Suelo (BHS). Este modelo permite identificar la ocurrencia de anomalías climatológicas a lo largo del tiempo y con referencia a un lugar concreto. Los periodos de déficit o exceso hídrico prolongado (sequías o inundaciones) pueden ocasionar pérdidas en las actividades productivas o escasez de agua para consumo. Para relacionar dichos periodos con la producción agropecuaria, se establecieron series de producción de los principales cultivos a lo largo del tiempo para cada una de las provincias en las cuencas seleccionadas, utilizando información disponible en el Sistema Estadístico Agropecuario Nacional (Sean), del Instituto Nacional de Estadística y Censos (Inec).

Del total de eventos que han ocasionado desastres en la micro-cuenca de Paute, 25% han generado la pérdida de vidas humanas. En los cantones Cuenca y Alausí es donde se ha concentrado casi la totalidad de muertes y éstas han sido generadas por la ocurrencia de deslizamientos, siendo considerable la diferencia en los dos cantones, ya que en Cuenca ha habido 83 muertes, y 12 en Alausí.

En Cuenca, además de pérdidas de vidas humanas por deslizamientos, ha habido muertes por avenidas, inundaciones y en menor cantidad por un aluvión. Respecto a las viviendas, según la base de datos de Desinventar, estas estuvieron entre las más afectadas por los eventos que han ocurrido en la zona, es decir, principalmente por los deslizamientos y en segundo lugar por las inundaciones. Así, en promedio, uno de cada dos eventos afectó las viviendas y uno de cada cuatro las destruyó.

Las viviendas destruidas también se concentran en dos cantones, Cuenca y Alausí, al igual que la pérdida de vidas humanas previamente analizadas. En el caso de Cuenca (89 viviendas destruidas), las viviendas se destruyeron por ocurrencia de deslizamientos, inundaciones y en menor cantidad por avenidas y en Alausí (59 viviendas destruidas) por aluviones y deslizamientos. También se registra la destrucción de viviendas en el cantón Azogues, pero su número (6) es considerablemente menor al de los cantones analizados.

En cuanto a los impactos en la agricultura, en la microcuenca del Paute se analizaron dos estaciones: Cuenca-Aeropuerto y Cañar. La primera evidencia en los dos periodos de déficit hídrico, muestran que el registrado en 1995 es de mayor intensidad, mientras el que ocurre entre 1990 y 1992, es de menor intensidad pero de más larga duración.

Al contrastar los periodos de sequía de la estación Cuenca, con la serie de producción de maíz suave en la provincia de Azuay, se observa una correspondencia muy marcada, puesto que no solo existe coincidencia entre los años secos y aquellos en que disminuye la producción, sino que además, la intensidad de los periodos secos guarda correspondencia con la intensidad en la disminución de la producción. El acumulado en la disminución de producción en los periodos señalados es de 24 mil toneladas. El grado de afectación es proporcionalmente mayor en la provincia de Cañar (18%), puesto que en Azuay la disminución de la producción es de 8%. En términos absolutos, por la superficie sembrada, la pérdida en la provincia de Azuay es tres veces mayor.

En el sector eléctrico, en la microcuenca del Paute, la central hidroeléctrica es la más importante para el país (Molino, que a junio de 2007, representa el 53% de la capacidad instalada de generación hidroeléctrica en el país), por lo que también se consideró una serie de tiempo en cuanto al volumen de generación hidroeléctrica de esta Central, información procesada por el Consejo Nacional de Electrificación Conelec. Hasta 1990, el Ecuador satisfacía 78% de la demanda de electricidad a través de la generación hidroeléctrica; en 2008, solamente 45%. El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable señala, entre las razones que justifican el cambio de la matriz energética, que el sector eléctrico enfrenta constantes riesgos de abastecimiento.

La empresa Hidropaute, por medio de la central hidroeléctrica Molino, factura el 23,5% del total de las empresas generadoras a nivel nacional, por lo que representa la mayor empresa generadora de energía eléctrica del país. El embalse Amaluza fue construido en la década de los años 70, para regular el caudal del río Paute que alimenta la central Molino. El volumen de almacenamiento (120 millones de metros cúbicos) no es suficiente para lograr estabilidad en la generación hidroeléctrica, como se muestra en la relación entre la energía bruta producida y el balance hidrológico anual, durante el periodo 1994-2005.

En 1998, un déficit hídrico de 475,5 mm en la estación Paute coincide con el registro de una caída en la generación bruta de energía a 3.500 GWh (desde 4.500 en 1997, cuando el déficit hídrico fue única-

mente de 63 mm). En condiciones similares, el año 2001 registra una disminución de 650 GWh, a partir de un déficit hídrico de 495 mm.

El análisis de impactos realizado bajo las dos metodologías recién descritas permitió identificar diferencias con respecto a la capacidad que tienen los diversos grupos humanos para prepararse, resistir y adaptarse a los impactos climatológicos. Parte de los factores que influyen en la capacidad de respuesta de las comunidades frente a los desastres, incluyen factores naturales (topografía, geomorfología) y humanos (acceso de la población a infraestructura básica, niveles de educación y pobreza; infraestructura para el manejo de los recursos hídricos y de protección frente a riegos climáticos; las capacidades de las instituciones para el manejo de los recursos hídricos y de los eventos climáticos en particular) que inciden en la materialización de una amenaza, pero también en los diferentes grados de magnitud de los daños o impactos asociados a estas amenazas.

Los factores de tipo natural que afectan la vulnerabilidad ya han sido incluidos en el análisis de amenazas mediante el análisis de susceptibilidad geográfica. Con respecto a los factores de tipo humano se han construido tres índices diferentes que resumen la vulnerabilidad con respecto a estos factores. Para la construcción de estos índices se procesó información cuantitativa y/o cualitativa de acuerdo a las características de los diferentes atributos considerados, así como a la disponibilidad de información existente.

El primero de estos índices corresponde a un índice agregado de las condiciones socioeconómicas al interior de cada uno de los cantones en las regiones de análisis. Este índice de Vulnerabilidad Socioeconómica (Ivse) se construyó considerando los indicadores disponibles en el Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador, (Siise), versión 4.5 que representan las siguientes variables componentes de las características socioeconómicas:

- nivel de pobreza,
- educación básica,
- infraestructura básica.

Por otra parte se construyó un Índice de Vulnerabilidad por Infraestructura (IVI) para dos tipos de amenazas climatológicas (sequías e inundaciones) que muestra la capacidad que tiene una región en particular para estar mejor preparada para recibir los embates climatológicos. La existencia de una infraestructura adecuada puede prevenir la ocurrencia de un desastre o mitigar la magnitud de los potenciales impactos. Diferentes factores fueron incluidos en la construcción de estos índices dependiendo de la amenaza.

Finalmente se construyó un Índice de Vulnerabilidad Institucional (Ivins) que refleja la capacidad que tienen las instituciones para responder de una forma eficiente antes, durante y después de la ocurrencia de un evento. Este índice permite identificar aquellas zonas prioritarias en las que se requiere un fortalecimiento de la capacidad intra e interinstitucional, como inversión para reducir la vulnerabilidad frente a potenciales eventos climáticos. Al igual que en el caso del IVI, una serie de componentes tomados de diversas fuentes de información fueron considerados para la construcción de la capacidad institucional.

A partir de los resultados de la construcción del Ivse, se evidencian diferencias regionales importantes. Por una parte, las cuencas cuyos territorios se encuentran básicamente en la sierra (Catamayo, Jubones y Paute), tienen más de uno de sus cantones con un índice nulo de vulnerabilidad. Las cuencas con territorios en la costa, no tienen ninguno de sus cantones con un índice nulo, incluso en Chone tampoco hay cantones con un índice bajo; de manera contraria, en el caso de Portoviejo (y como excepción entre todas las cuencas) no existe ningún cantón con un nivel crítico. También se observa que las cuencas de la sierra son las que más inequidad interna tienen, pues al lado de cantones con un índice nulo, existen cantones con niveles críticos; en este caso, Catamayo es la cuenca con un mayor porcentaje de cantones en este nivel.

En cuanto a los valores del Ivse en la microcuenca del Paute, solamente la ciudad de Cuenca tiene un índice nulo, en el otro extremo hay solamente un cantón (Alausí) con un índice crítico. La gran mayoría (12 cantones, cerca del 80%) se encuentran en los niveles medio y alto.

Uno de los objetivos centrales de este estudio es entender la relación existente entre el grado de riesgo asociado a los desastres de origen hidroclimatológico y las condiciones de vulnerabilidad.

Habiendo avanzado en la definición de ambos aspectos se puede incursionar en esta noción al realizar un cruce entre los datos correspondientes al Ivse recién descrito y el Índice de Riesgo Materializado (IRM), que fue introducido en el análisis de impactos a partir de la base de datos de Desinventar. Al graficar ambos índices de manera conjunta se puede apreciar que existe una relación positiva entre los dos, es decir, el IRM incrementa al aumentar el Ivse. Esto sucede tanto para el análisis de impactos a inundaciones como deslizamientos. Así, en forma independiente al tipo de evento, un nivel socioeconómico más bajo crea condiciones para que un evento genere mayores impactos, tanto sobre la salud de las personas como sobre la infraestructura.

Idealmente se podría ampliar este ejercicio considerando otros aspectos del nivel de riesgos (otros impactos y otros tipos de amenaza) y de los niveles de vulnerabilidad (considerando también los niveles de vulnerabilidad institucional e infraestructura por ejemplo). Sin embargo, aspectos metodológicos y falta de información suficientemente adecuada impiden trabajar con otras variables. Entre las principales razones que limitan este trabajo se pueden mencionar las siguientes:

- No existe una base de datos suficientemente desagregada a nivel espacial y temporal de los impactos asociados a las sequías (la principal amenaza faltante) que nos permita establecer una relación entre las condiciones de vulnerabilidad y de riesgo.
- No existe nivel de información suficientemente consistente y al mismo nivel temporal y espacial de otros tipos de impactos (ej. pérdidas en el sector productivo) asociados a las inundaciones y deslizamientos.
- Existe un problema metodológico con respecto a la utilización de los índices de vulnerabilidad institucional y de infraestructura. La creación de estos índices nos indica de manera aproximada la capacidad actual de prevenir o mitigar los impactos asociados a un desastre de origen hidrometeorológico. Sin embargo, en su actual concepción resultan pobres para indicar la dinámica temporal que ha existido con respecto a cada uno de ellos en las regiones de análisis. Es posible, por ejemplo, que en la actualidad el nivel de vulnerabilidad institucional en una cuenca sea muy bajo pero es posible que esto no haya sido así, sino que más bien sea una mejoría reciente (tal vez producto de los impactos ocasionados por algún desastre de magnitud). Al comparar entonces los niveles del IRM para esta región (posiblemente altos por el desastre reciente) con el nivel agregado de vulnerabilidad institucional, se desprendería la errónea conclusión de que una menor vulnerabilidad institucional implica un mayor riesgo materializado. Una manera de sobrellevar esta dificultad sería construyendo índices de vulnerabilidad que fueran evolucionando con el tiempo, lo que resulta imposible de realizar en este estudio, considerando la falta de información y el escaso número de datos en general, lo que acarrearía pobres análisis estadísticos.

Sin perjuicio de lo anterior el cruce del IRM con el Ivse ya nos indica de manera sólida que existe una relación positiva entre ambos y por lo tanto nos permite obtener un primer umbral en nuestro análisis, en la identificación de aquellas regiones con un mayor riesgo a los impactos climatológicos. Regiones que posean un mayor nivel de

amenazas y un mayor nivel de vulnerabilidad socioeconómica, van a tener un mayor nivel de riesgos manteniendo otros aspectos de la vulnerabilidad al mismo nivel.

El cruce recién descrito se ha representado utilizando herramientas GIS en una serie de mapas de riesgos. Estos mapas definen aquellas regiones con un mayor riesgo a los impactos de origen climático, y por lo tanto consisten en un producto crítico de este estudio. Los otros aspectos de vulnerabilidad recién mencionados (infraestructura e institucionalidad) se describen tomando en cuenta este primer umbral que define aquellas regiones de preocupación para diferentes tipos de impactos.

La vulnerabilidad institucional varía de una región a otra. Cantones de la subcuenca de Babahoyo y de las cuencas de Chone y Portoviejo, por ejemplo, poseen una alta vulnerabilidad institucional. Esto se puede explicar por debilidades en algunos de los siguientes aspectos:

- gestión municipal;
- falta (o debilidad) de instrumentos de planificación;
- falta (o debilidad) de los mecanismos de asociatividad, y
- falta de generación de conocimiento sobre gestión de riesgos a nivel universitario.

Se puede observar una vulnerabilidad baja principalmente en las cuencas de Catamayo-Chira y Jubones. Esto se debe a una situación más avanzada, en comparación con las cuencas y subcuenca anterior, en torno a los instrumentos de planificación. Así, todos los Planes de Desarrollo Provinciales y aquellos Planes de Desarrollo Cantonales existentes, incorporan las dos temáticas clave en este estudio: manejo de recursos hídricos y gestión de riesgos. Además, existen Planes de Manejo de la Cuenca.

La mayoría de los cantones de la microcuenca de Paute tienen una capacidad institucional alta, es decir una vulnerabilidad baja. Existen también varios cantones que tienen una capacidad media y que están por encima del promedio (respecto a todas las regiones de análisis). De éstos, los que mayor vulnerabilidad institucional presentan son: Santiago, Limón Indanza y además está el cantón Deleg que es el único cantón con una capacidad institucional por debajo del promedio.

A diferencia de la vulnerabilidad institucional, la vulnerabilidad por infraestructura para sequías es alta principalmente en las cuencas de Catamayo-Chira, Jubones y de la microcuenca de Paute. Esto se debe a una ausencia casi total de embalses y trasvases. Además, en estas cuencas existe una menor densidad de redes de estaciones

climatológicas, principalmente en Jubones. En las cuencas de Chone/Portoviejo existe una vulnerabilidad de infraestructura baja para sequías, esto se debe a que en varios cantones existen embalses y trasvases y existe además una alta densidad de redes de estaciones climatológicas. Respecto a la capacidad en infraestructura existente en la cuenca del Paute, la mayoría de los cantones tiene una capacidad por debajo del promedio de las regiones de análisis. Los cantones Sevilla de Oro y Santiago están por encima del promedio por la existencia de un embalse, siendo su vulnerabilidad media. Al igual que en las sequías, la capacidad por infraestructura para prevenir o disminuir el impacto de las inundaciones y aluviones en la mayoría de cantones de la microcuenca es baja, así la vulnerabilidad es alta en diez cantones.

Las diferencias en cuanto a la vulnerabilidad de infraestructura para aluviones e inundaciones es igual a la de las sequías que se analizó anteriormente. Así, la vulnerabilidad alta se concentra en las cuencas de Catamayo-Chira, Jubones y Paute. Por el contrario, la vulnerabilidad baja se concentra en Chone/Portoviejo por la existencia de embalses y el control de crecidas e inundaciones en varios cantones, así como una alta densidad de redes de estaciones meteorológicas y la existencia de sistema de alerta temprana en algunos cantones.

Los diferentes índices de vulnerabilidad institucional e infraestructura fueron agregados a los diferentes mapas de riesgos. Al agregar los niveles de vulnerabilidad institucional y de infraestructura en el mapa de riesgos, se puede identificar para aquellos cantones con un mayor nivel de riesgos cuáles serían las actividades que mayores beneficios generarían en la reducción de los riesgos futuros. Cantones con una alta vulnerabilidad institucional se beneficiarían con acciones conducentes a reducir esta debilidad y viceversa con respecto a vulnerabilidades en los niveles de infraestructura. Al agregar en estos mapas de riesgo estas nuevas características de vulnerabilidad se agrega una más completa definición del riesgo existente en la actualidad que antes sólo contemplaba las condiciones socioeconómicas.

En cuanto a la exposición a la amenaza se trabajó en la definición e identificación de los elementos expuestos. De acuerdo con una gama amplia de criterios, pueden ser considerados elementos expuestos desde poblaciones urbanas, asentamientos rurales, infraestructura, ecosistemas, plantaciones agrícolas, etc., y todo depende del propósito del análisis a realizarse.

En lo que se refiere a inundaciones en la microcuenca del Paute, existe un índice de exposición alto en los cantones Cuenca, Paute, Azogues y Santiago. Cantones como Cañar y Alausí tienen un IEA

mínimo porque las áreas consideradas para el análisis fueron solamente aquellas correspondientes a la microcuenca del río Paute.

Un primer corte del riesgo se obtuvo con el cruce espacial y geográfico de las amenazas, la exposición y las condiciones socioeconómicas de las regiones de estudio, lo cual fue graficado en mapas. Para complementar el análisis, posteriormente se evalúa este primer corte del riesgo con las condiciones institucionales y de infraestructura de la zona, donde se obtiene la evaluación final al riesgo a las principales amenazas climáticas. En el caso de la microcuenca de Paute, y tomando en cuenta como eventos las inundaciones, se observa que el principal riesgo se encuentra en los cantones Cuenca, Azogues, Paute y Santiago. Estos cantones cuentan con una vulnerabilidad institucional baja y sólo en el cantón Santiago este valor es medio, por lo que las acciones se pueden dirigir a un apoyo a la gestión municipal, así como al desarrollo del Plan de Desarrollo del Cantón. La vulnerabilidad por infraestructura en los cuatro cantones es media, por lo que se requiere de apoyo en la construcción de embalses (en caso de ser requerido según los estudios) en Cuenca, Azogues y Paute, de control de crecidas e inundaciones en Paute y Santiago y la construcción de un Sistema de Alerta Temprana en los cuatro cantones para manejar el riesgo asociado a inundaciones.

En la microcuenca de Paute no existen zonas con riesgo alto o máximo con respecto a la sequía. Un riesgo medio existe en áreas de los siguientes cantones: Biblián, Azogues, Paute, Gualaceo, Síg sig y Cuenca, en donde se identifican niveles de mediana o alta vulnerabilidad por infraestructura para sequías.

Respecto a riesgos por deslizamientos, en esta microcuenca se observan varios cantones con riesgo máximo, entre los cuales se pueden mencionar Cuenca, Guachapalá, Santiago y Síg sig. De éstos, Cuenca tiene una vulnerabilidad institucional baja y los otros cantones tienen vulnerabilidad institucional media, requiriendo apoyo en la construcción de sus planes de desarrollo cantonales que incluyan la gestión de riesgos y manejo de los recursos hídricos.

El riesgo máximo respecto a los aluviones y avenidas se presenta en los cantones Biblián, Azogues, Guachapalá y Síg sig. Un riesgo alto existe en los cantones Deleg, Paute, Gualaceo y Santiago. De estos dos grupos de cantones, en tres cantones: Azogues, Paute y Gualaceo existe una vulnerabilidad institucional baja, mientras que en los cinco cantones restantes existe vulnerabilidad media. Esta se puede disminuir por medio del apoyo a la gestión municipal, así como en la construcción de instrumentos de planificación como son los Planes de Desarrollo Cantonal.

Lineamientos para una estrategia local de adaptación

en la cuenca del río Chinchipe,
utilizando la metodología Napa

MAITE CIGARÁN⁴⁵



Introducción

El cambio climático está sucediendo y es evidente. Acciones globales sostenibles y concertadas para reducir la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) —principales causantes del cambio climático— podrían limitar los cambios en nuestro clima y en los sistemas naturales que lo mantienen. Si logramos hoy mismo detener la emisión de GEI, la inercia que caracteriza a los sistemas climáticos de la Tierra determina que los cambios en el clima para el resto del siglo sean inevitables. Esfuerzos internacionales por reducir las emisiones de GEI no han sido suficientes hasta la fecha, por lo cual es posible que nos enfrentemos a mayores y más profundos cambios. En el proceso de reducir las emisiones globales (que empezó en 1995 con el Protocolo de Kioto) se necesita incorporar medidas, tanto locales como nacionales, para poder hacerle frente a estos cambios. Esto es lo que se conoce como adaptación al cambio climático. De modo que este problema global necesita de respuestas y mecanismos locales para hacerle frente de manera exitosa.

Es por esto que la adaptación al cambio climático en países en desarrollo como Perú es vista como una necesidad urgente y de alta prioridad. Sin embargo, los países en desarrollo aún tienen ciertas limitaciones a nivel de capacidades, lo que hace la adaptación más

45. Gerente de Marketing e Investigación & Desarrollo. Libélula-Comunicación, Ambiente y Desarrollo.

difícil. Estas limitaciones incluyen tanto capacidades humanas (falta de información con respecto al tema, poca capacidad institucional, etc.) como de recursos financieros. Las estrategias y programas de adaptación que tienen mayor probabilidad de éxito son aquellas que coordinan esfuerzos orientados a aliviar la pobreza, a mejorar la seguridad alimentaria y la disponibilidad del agua, combatiendo a la vez la degradación de los suelos y la reducción en la pérdida de bosques, y protegiendo la diversidad biológica y los servicios ambientales. De esta manera se mejora la capacidad de adaptación, poniendo especial énfasis en lograr soluciones en el nivel local que tengan una repercusión a nivel nacional.

Aunque persiste la incertidumbre con respecto a los impactos que se espera ocasione el cambio climático, en muchos países en desarrollo existe ya un flujo de información y conocimiento disponible sobre las estrategias y planes para implementar actividades de adaptación.

En el caso de la cuenca del río Chinchipe, como resultado del análisis de vulnerabilidad, se ha determinado que el cambio climático está afectando a toda la población de la cuenca, y la calidad de vida de la misma podría verse afectada. La estrategia de adaptación que se presenta en este documento tiene como finalidad esbozar los lineamientos para empezar un proceso de planificación sobre cómo la zona de la cuenca del río Chinchipe debe adaptarse a los cambios que ya han empezado a manifestarse —cambios en la estacionalidad de las lluvias y más días de calor intenso— y qué medidas tomar para sacarle provecho a los cambios en el clima y para estar bien preparados para hacerle frente. Si no se toman las acciones necesarias hoy mismo, la calidad de vida de los pobladores de la zona se verá gradualmente deteriorada y en muchos casos la pobreza se acen- tuará aún más puesto que se verán afectados los principales medios de subsistencia, que dependen en su gran mayoría de la regulación climática.

Objetivos y alcance de la estrategia

La estrategia de adaptación tiene como objetivo principal contribuir a proteger y mejorar la calidad de vida de las comunidades de la cuenca del río Chinchipe, y a la vez promover y facilitar el desarrollo sostenible de la Provincia de San Ignacio, al ayudar a su población a prepararse para los impactos del cambio climático y la variabilidad del clima.

La estrategia propone además el cumplimiento de una serie de objetivos específicos, como:

- Ayudar al gobierno local a incorporar elementos del cambio climático dentro de los procesos del presupuesto participativo y sus planes de desarrollo (por ejemplo: ZEE, POT, PDC);
- Sensibilizar e informar a la población sobre los posibles impactos del cambio climático y así mejorar su capacidad de respuesta ante amenazas de tipo climático,
- Posicionar a la Provincia de San Ignacio como líder en la región en hacerle frente al cambio climático.

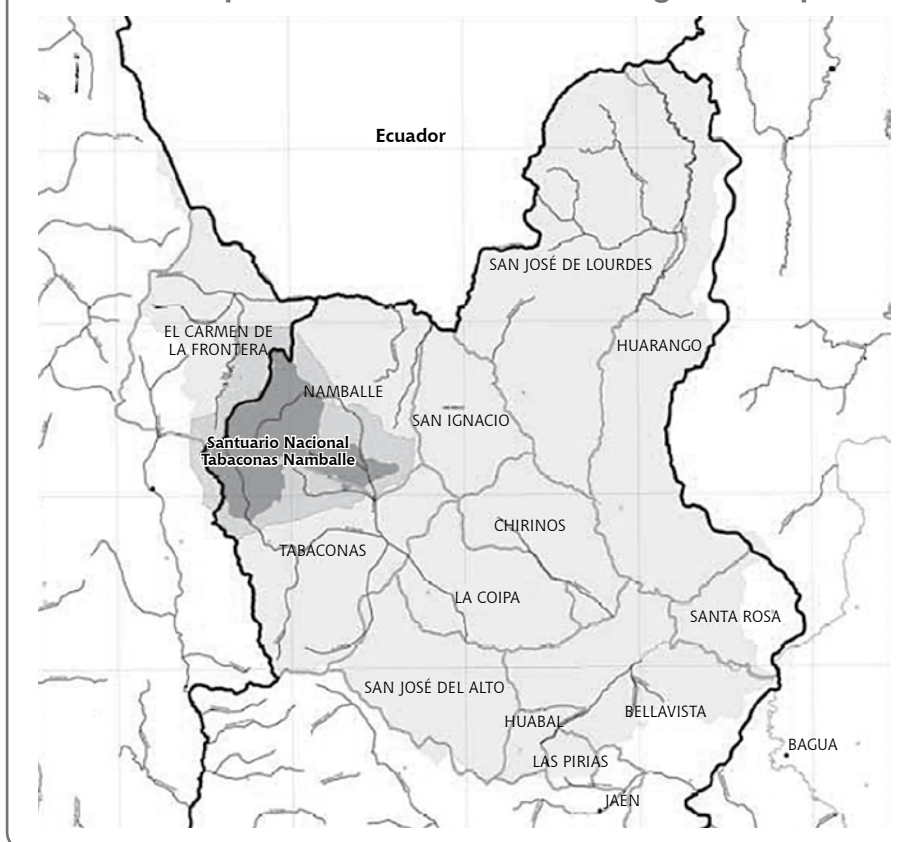
La finalidad de la estrategia es, por ende, crear mecanismos para afrontar, pero también reducir los efectos adversos del cambio climático, incluida la variabilidad, y a la vez promover el desarrollo sostenible de la zona y reducir los índices de pobreza de la cuenca del Chinchipe.

Dado que lo que se propone es una serie de lineamientos, no existe un periodo determinado de cumplimiento de los mismos, pero se sugiere que sean aplicados en el corto plazo, debido a la situación de vulnerabilidad de la zona.

El área priorizada para la estrategia de adaptación es la cuenca del río Chinchipe, localizada en las provincias de San Ignacio y Jaén, Región de Cajamarca. Para la estrategia se ha considerado únicamente el área perteneciente a la Provincia de San Ignacio (Mapa 1). La selección de la cuenca responde a que el área ha sido priorizada por WWF como parte del proyecto “Un paisaje vivo”, que incluye la Cordillera Real Oriental (CRO). Se ha considerado a esta área como representativa porque en ella se encuentra la única Área Natural Protegida (y zona prioritaria para la conservación) localizada en la Cordillera Real Oriental. El área corresponde a la Zona de Amortiguamiento del Santuario Nacional Tabaconas Namballe.

Mapa 1

Área para el desarrollo de la estrategia de adaptación



El trabajo se extiende a toda la cuenca siguiendo un enfoque ambiental de manejo integral de la cuenca como unidad ambiental representativa, y considerando que el “downscaling” para escenarios globales de cambio climático arroja resultados en una escala que no permite abarcar únicamente el territorio correspondiente al Santuario⁴⁶.

La estrategia abarca lo siguiente:

- Identificar los impactos climáticos claves en la zona, así como la vulnerabilidad actual del sistema humano y del sistema agrícola.
- Establecer una línea de base de vulnerabilidad y adaptación a partir de la cual se proponen una serie de medidas que hagan posible la adaptación en esta zona.
- Recomendar cómo los cambios en el clima pueden tomarse como una oportunidad y no sólo como una amenaza.

Cabe señalar que toda estrategia de adaptación, para que tenga una implementación exitosa, requiere de un trabajo concertado entre los distintos actores de la sociedad civil, con una fuerte participación del gobierno local y la población en general.

46. Se incluye un capítulo especial en la estrategia para la Comunidad Campesina San Miguel de Tabaconas.

Metodología para el desarrollo de la estrategia:

El Programa de Acción Nacional para la Adaptación (Napa)

En el año 2001 la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) reconoció que los países en desarrollo necesitaban asistencia para desarrollar planes para hacerle frente a los efectos adversos del cambio climático, de donde nació el Programa de Acción Nacional para la Adaptación o Napa (por su sigla en inglés). Los Napa buscan proveer el marco básico para comunicar las necesidades urgentes e inmediatas de adaptación al cambio climático de los Países Menos Adelantados o LDC (por su sigla en inglés), de modo que están orientados a la acción, son específicos para la realidad de cada país, cuentan con la aprobación de las partes interesadas y trabajan con un enfoque participativo de “abajo hacia arriba”.

El enfoque de todo Napa se basa en los objetivos y las metas de desarrollo sostenible del país, donde se ha reconocido la necesidad de incorporar el tema ambiental y el manejo de recursos naturales a partir de la participación de las comunidades beneficiarias en cuanto al uso, provisión y distribución de recursos. La estrategia local de adaptación al cambio climático para la cuenca del Chinchipe se ha construido tomando como base los criterios de los Napa. De modo que la participación de distintos actores ha sido una parte importante en la elaboración y validación de la estrategia y en la evaluación de los impactos del cambio climático en la zona. El gobierno provincial de San Ignacio, instituciones del Estado, la comunidad científica (el Senamhi), ONG locales, la Mesa de Concertación de Lucha Contra la Pobreza de San Ignacio, y la cooperación internacional contribuyeron al desarrollo del Napa para la cuenca del río Chinchipe.

El principal objetivo de un Napa es diseñar un plan de acción para construir capacidades de adaptación al cambio climático y fortalecer estas capacidades para poder hacerle frente a los impactos adversos del cambio climático y a la variabilidad climática.

En líneas generales, los Napa presentan las siguientes características:

- Ponen especial énfasis en las comunidades rurales y el uso del conocimiento tradicional para hacerle frente al cambio climático y la necesidad de que el proceso sea de “abajo hacia arriba”, para

que de esta manera pueda captar las vulnerabilidades más significativas de las partes interesadas.

- Incluyen a los principales grupos interesados.
- Deben formar parte de los planes y actividades de desarrollo regional y nacional del país.

El resultado es un plan de acción que nace desde “abajo”, que tiene alto grado de aceptación y está orientado a la acción. En el caso de la estrategia de adaptación se eligió utilizar la metodología de los Napa por dos motivos. En primer lugar, debido a que el alcance de la estrategia es local y por ende se hace necesario un enfoque más participativo. Por otra parte, en razón de la urgencia en la construcción de la estrategia y los limitados recursos para elaborarla, el análisis de vulnerabilidad ha sido construido con base principalmente en dos fuentes: percepciones recogidas en testimonios de actores clave, a quienes va dirigida la estrategia, lo cual se logró gracias a una serie de entrevistas y talleres e información estadística que ha sido georeferenciada.

Por lo tanto, las medidas de adaptación desarrolladas han sido formuladas con base en el análisis de vulnerabilidad, elaborado y validado de manera participativa (con apoyo de actores clave de la zona) y también tomando como base fuentes secundarias de estudios que se han realizado en la zona, como lo son el análisis de vulnerabilidad de la Cordillera Real Oriental, realizado por WWF, y la ZEE y el POT de la comunidad campesina de Tabaconas, con la finalidad de continuar con las iniciativas ya en marcha en la zona, para que de esta manera tenga mayores posibilidades de ser incluida dentro de los planes y actividades de desarrollo de la región.

Se concluye de lo anterior que los efectos adversos de los cambios en el clima y la ocurrencia de eventos climáticos extremos como deslizamientos, huaycos e inundaciones, que afectan a la zona de la cuenca del Chinchipe tienen serias consecuencias sobre el desarrollo de la Provincia, puesto que generan una serie de retos que la población no es capaz de enfrentar.

Entre los factores que impiden a la población de la cuenca reducir sus índices de pobreza se encontraron los siguientes:

- Reducción en el caudal de los ríos debido a la disminución en la cobertura boscosa, como consecuencia de la deforestación, el cambio en el uso de los suelos y la tala ilegal; lo que ocasiona problemas en la generación y acceso a luz eléctrica.

- Erosión de los suelos por prácticas agrícolas inadecuadas, lo que ocasiona la reducción en la fertilidad de las tierras.
- Inundaciones frecuentes que ocasionan daños a los cultivos por la reducción de la cobertura boscosa.

Además se prevé que estos impactos serán exacerbados por el cambio climático, al igual que las condiciones de pobreza de las comunidades. Las medidas y acciones de adaptación que se proponen se basan en procesos y prácticas existentes, pero sin dejar de lado la esencia de la “ciencia de la adaptación” que es un proceso que debe ajustarse a la realidad de la zona.

Por último, cabe señalar que a la fecha de desarrollada la estrategia no existían en el país otras experiencias de aplicación de Napa en una estrategia de adaptación, por lo que este proyecto se considera pionero en el tema y con una gran posibilidad de ser replicado en otras regiones del país.



Propuesta metodológica

para el cálculo de la línea de sostenibilidad ambiental, como herramienta para evaluar la capacidad de adaptación al cambio climático en territorios colectivos: estudio de caso, subcuenca del río Güiza, piedemonte costero nariñense, Colombia

CRISTIAN FLÓREZ PAÍ⁴⁷, GUILLERMO CANTILLO⁴⁸,
LUIS FERNANDO MORA MORA⁴⁹



Introducción

El objetivo del presente estudio consiste en identificar, analizar y evaluar los cambios históricos y prospectivos de las diferentes variables socio-ambientales, y como producto de ello, generar posibles escenarios de cambio en cada uno de los indicadores establecidos.

Este estudio se articula en el marco del proceso de formulación del Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental de la subcuenca del río Güiza y forma parte integral de todo el proceso de construcción del Sistema Regional de Áreas Protegidas del Piedemonte Costero Nariñense, Sirap-PMCN.

Aquí se presentan los métodos de modelamiento espacial utilizados y el proceso de participación comunitaria que llevó a la identificación de acciones necesarias para enfrentar los impactos proyectados por cambio climático. Estas acciones se deben articular con los diferentes instrumentos de gestión local (p. ej. Pomca del río Güiza) para lograr potenciar los esfuerzos locales de adaptación.

47. Biólogo, Equipo técnico Fundación para el Desarrollo Socio ambiental Fundagüiza.

48. Biólogo, Equipo técnico Fundación para el Desarrollo Socio ambiental Fundagüiza.

49. Geógrafo con énfasis en Planificación Regional, Equipo técnico Fundación para el Desarrollo Socio ambiental Fundagüiza.

Localización del área de estudio

La subcuenca del río Güiza pertenece a la cuenca binacional Mira-Mataje, una importante área colombo-ecuatoriana que hace parte de las ecorregiones del Chocó Biogeográfico y los Andes del Norte, consideradas de importancia mundial por sus altos niveles de biodiversidad y oferta hídrica.

El río Güiza está situado al sur de Colombia, en el departamento de Nariño. El rango altitudinal de la subcuenca va desde los 40 hasta los 4.480 m, con precipitación mínima anual de 900 mm y máxima anual de 8.800 mm, lo que le permite tener todos los pisos térmicos de Colombia con excepción del nivel del mar. Geográficamente comprende tres sectores, una faja andina, una de piedemonte y otra de planicie costera, específicamente situada hacia el sector occidental del departamento.

Los municipios que hacen parte de esta unidad geográfica son el municipio de Cumbal, Mallama, Ricaurte, Barbacoas y Tumaco, con una población aproximada de 30.000 habitantes (censo del Dane de 2005).

En esta subcuenca, el 90% de las 240.522,1 hectáreas de extensión, pertenecen a territorios étnicos bajo la figura de resguardos de los pueblos indígenas binacionales Pastos y Awá, y en menor proporción al área en proceso de titulación colectiva del Consejo Comunitario de la Comunidad Negra de Acanure. El 10% del área restante corresponde a comunidades campesinas y mestizas. La riqueza cultural, biológica e hidrológica, hace de la cuenca del río Güiza un territorio de gran importancia para el departamento de Nariño por lo que fue priorizado por Corponariño y la Gobernación del Departamento para apoyar la planificación y gestión ambiental de la misma.

Importancia hidrobiológica

La subcuenca del río Güiza es la unidad geográfica que reporta los más altos índices de oferta hídrica para el departamento de Nariño, con alrededor de 390,8 m³/seg, lo que la convierte en la subcuenca poblada con mayor oferta de agua del Departamento.

En la subcuenca confluyen el Chocó Biogeográfico y los Andes del Norte, lo que da cuenta de la alta biodiversidad y altos niveles de endemismo. Sin embargo, también se encuentran especies en peligro de extinción. En flora se registran 535 especies de plantas superiores, de las cuales 30 están en amenaza. En fauna hay un gran número de especies con respecto al país, 10% de los anfibios,

Mapa 1

Localización del área de estudio

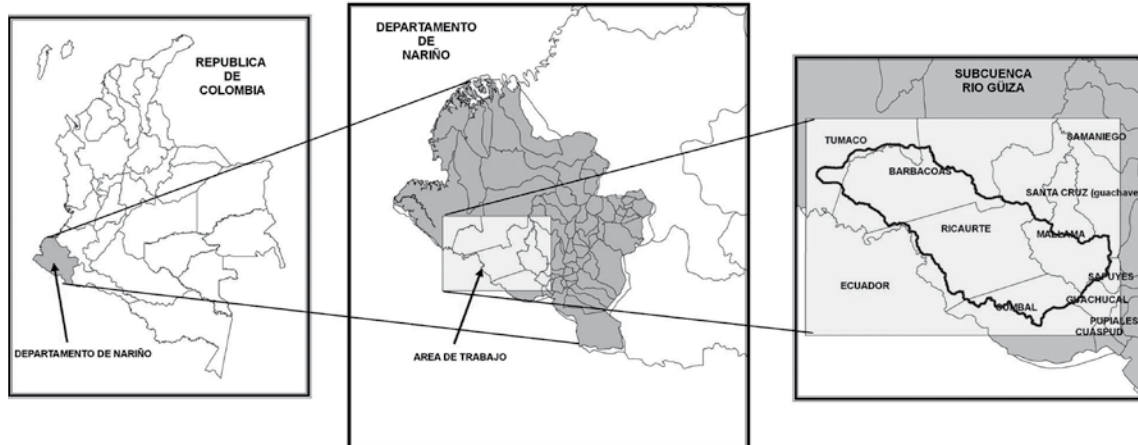
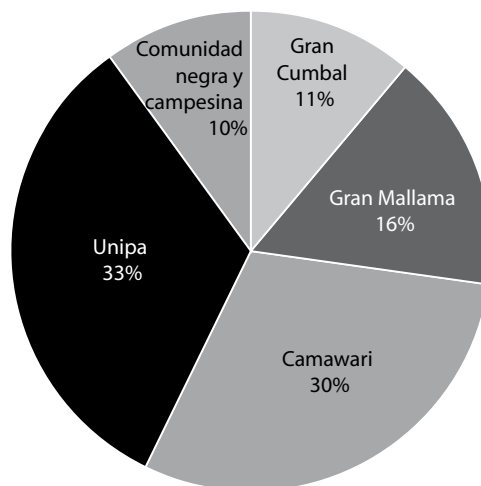


Figura 1

Relación de participación étnica en la subcuenca del río Güiza



15% de reptiles, 18% de mamíferos y 32% de aves. 37 especies están identificadas como importantes para la conservación y 16 están en amenaza.

En relación con los procesos de conservación, en la actualidad se está conformando el sistema de áreas protegidas del Piedemonte Costero de Nariño (Sirap-PMCN). El Sirap está constituido por 94 áreas de conservación, con un área aproximada de 16.164,53 hectáreas. Cuatro de estas áreas protegidas están afiliadas a la Red de Reservas de la Sociedad Civil, 12 son figuras de conservación propuestas por las administraciones municipales en sus planes de ordenamiento territorial, 11 hacen parte del nodo de la Reserva Natural

La Planada, dos pertenecen a territorios indígenas Awá de Unipa⁵⁰ y 65 están propuestas por la comunidad en el proceso de conformación de la mesa del Sirap-PMCN.

Enfoque metodológico

De acuerdo con los testimonios de actores locales, en la subcuenca del río Güiza actualmente se están evidenciando fuertes cambios en los patrones climáticos y, como consecuencia, es el escenario de inundaciones y sequías aunque es un área que por su histórico proceso de poblamiento y cosmovisión de los pueblos indígenas ha logrado niveles de protección muy favorables.

Existen varios modelos y aproximaciones metodológicas para determinar condiciones climáticas futuras. Estos modelos son válidos en escala global o regional, pero requieren ajustes cuando se aplican en escala local.

De acuerdo con lo anterior, es necesario desarrollar un modelo que permita, con base en información generada por los modelos regionales, articular un esquema de evaluación y análisis espacial local que incluya elementos tanto físicos que determinan el clima, como sociales que caracterizan el área de estudio.

Línea de sostenibilidad ambiental: análisis de los niveles de oferta y demanda ambiental

Con base en información del Plan de Manejo y Ordenamiento Ambiental del río Güiza, y de la aplicación del modelo de cálculo de línea de sostenibilidad ambiental, se establecieron las condiciones de balance entre indicadores de oferta natural y demanda socio-económica, a nivel de veredas, corregimientos, municipios y microcuencas (la base de análisis fue de escala 1:50.000).

En el modelo se usaron 11 indicadores para evaluar el nivel de sostenibilidad del área de estudio para el año 2008, y se consideraron tanto los cambios climáticos existentes como los niveles de vulnerabilidad poblacional en el marco de estado-presión, para 6 escenarios:

- E6 Escenario 6 (histórico): año 1989.
- ELB Escenario (línea base): 2008.
- E3 Escenario 3: año 2020, prospectivo tendencial.
- E4 Escenario 4: año 2050, prospectivo tendencial.

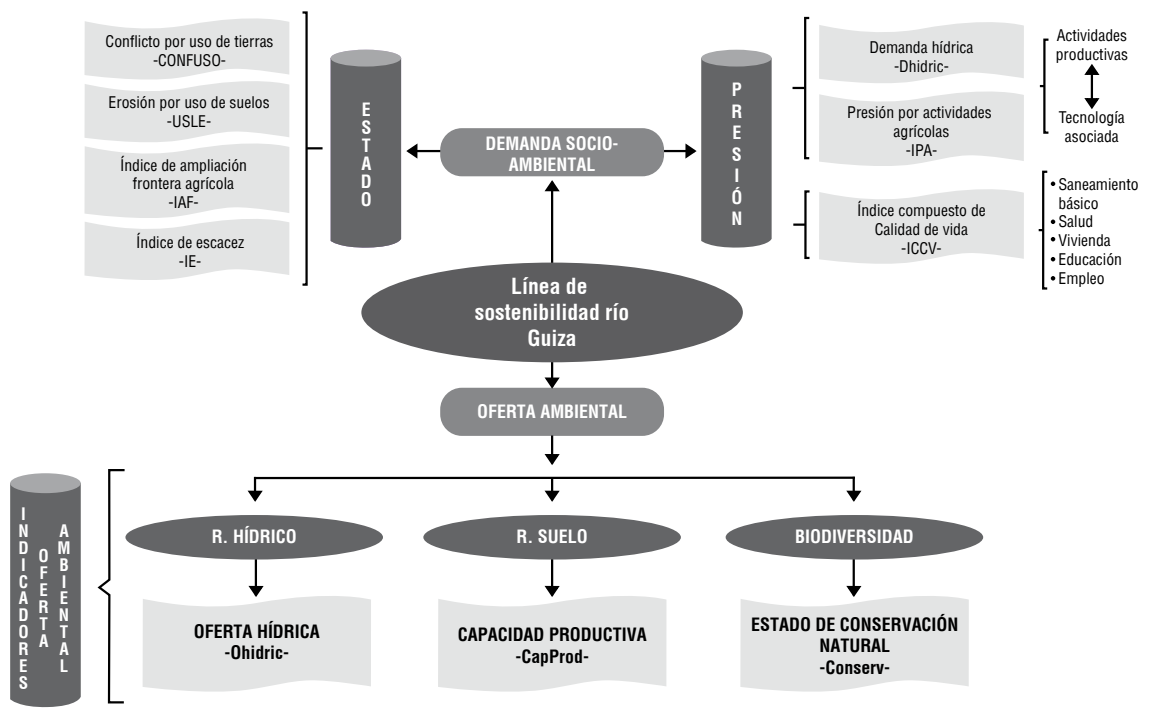
Para la construcción de los escenarios históricos se tomó información anterior a 2008. Los años posteriores (2020 y 2050) se ana-

50. Aquí se incluye la propuesta de la Institución Educativa Tecnológica, Agro-ambiental, Bilingüe, Awá (Ietaba)

Figura 2

Sistema de cálculo línea de sostenibilidad

Sistema de indicadores oferta y demanda socio-ambiental. Subcuenca río Güiza



lizaron con métodos estadísticos y de modelamiento pertinentes en cada caso de acuerdo con la naturaleza de cada indicador.

El modelo de línea de sostenibilidad propuesto se aplicó para cada uno de los escenarios identificados anteriormente. Su cálculo incluye, además de las proyecciones de variación de precipitaciones y temperatura, la afectación que estas variaciones ejerzan sobre procesos locales. Para ello se usaron indicadores integrados como la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos, a partir del cual se pudo estimar cómo un aumento de la lluvia y posterior escorrentía, podrían afectar los niveles de erosión y pérdida de suelos y con ello los niveles de productividad existentes. Otros indicadores usados fueron el de Calidad de vida e Índices de representatividad ecosistémica.

Cálculo de los niveles de vulnerabilidad al cambio climático

Identificar el nivel de vulnerabilidad al cambio climático, consiste en un conjunto de procedimientos por medio de los cuales se puede medir la capacidad de una comunidad para afrontar, resistir o adaptarse a condiciones medioambientales futuras.

Establecer este tipo de análisis requiere no sólo del manejo de información local, sino del trabajo directo con comunidades, donde se consolide una línea base de indicadores de infraestructura, calidad de vida, etc. También es necesario evaluar los diferentes estados de organización de las comunidades para determinar la necesidad de procesos de capacitación y formación que fortalezcan la capacidad local para enfrentar el fenómeno climático.

Para el cálculo del grado de vulnerabilidad se trabajaron dos líneas, una técnica y otra desarrollada a partir del trabajo con comunidades. En el primer caso se identifica el nivel de vulnerabilidad, como la capacidad que tiene una comunidad de adaptarse a los cambios previstos sobre su territorio. Esta capacidad de adaptarse, sin embargo, debe relacionarse con la línea de sostenibilidad ambiental que a su vez depende de factores de demanda socio-económica y oferta natural. Una comunidad es más vulnerable cuando mayores son los niveles de presión sobre el medio natural del que dependen.

Análisis histórico y prospectivo de variación climática: condiciones de oferta ambiental

A continuación se presentan los resultados producto del cálculo para cada uno de los indicadores relacionados anteriormente.

Oferta ambiental: oferta hídrica

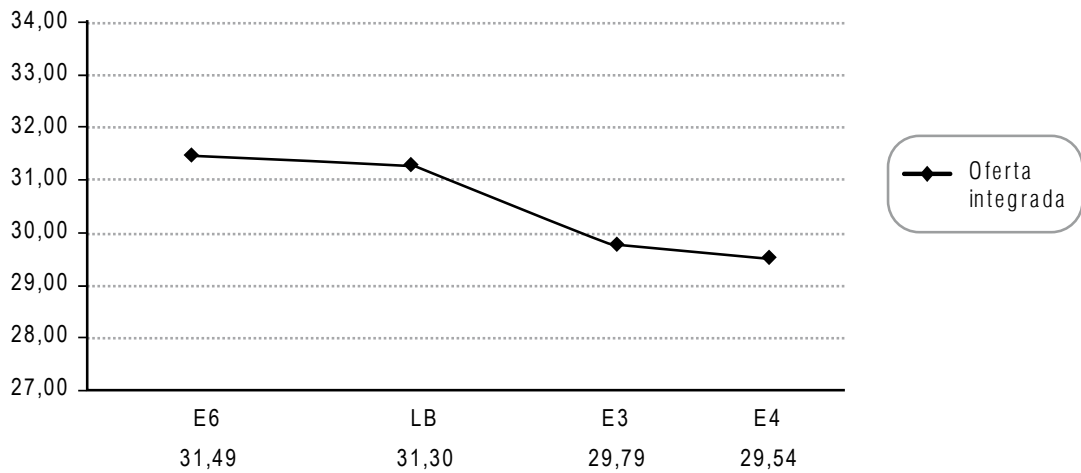
Para el caso de la oferta hídrica, estrechamente ligada al régimen de lluvias y los datos obtenidos de las estaciones de monitoreo respectivo para el área de estudio, se tiene que actualmente está por el orden del 31,30%, equivalente a 390,8 m³/seg de caudal de salida en las 240.522,1 hectáreas.

Como se presenta en el siguiente gráfico, hace 19 años la oferta era mayor en 0,49% y para 2002 hay un ligero aumento del 1,21%, debido a cambios fuertes de clima asociados al fenómeno de El Niño. Por otro lado, analizando las proyecciones futuras se tiene que para el año 2020 la oferta habrá disminuido a un 27,49% y un 26,89% para el 2050.

Realizando procesos de intervención, tales como conservación de los niveles de cobertura natural y protección de cauces principales, se espera de igual forma una ligera disminución equivalente a 29,79% para el año 2020 y de 29,54% para el 2050, situación que se

Figura 3

Relación histórica y prospectiva de la oferta hídrica



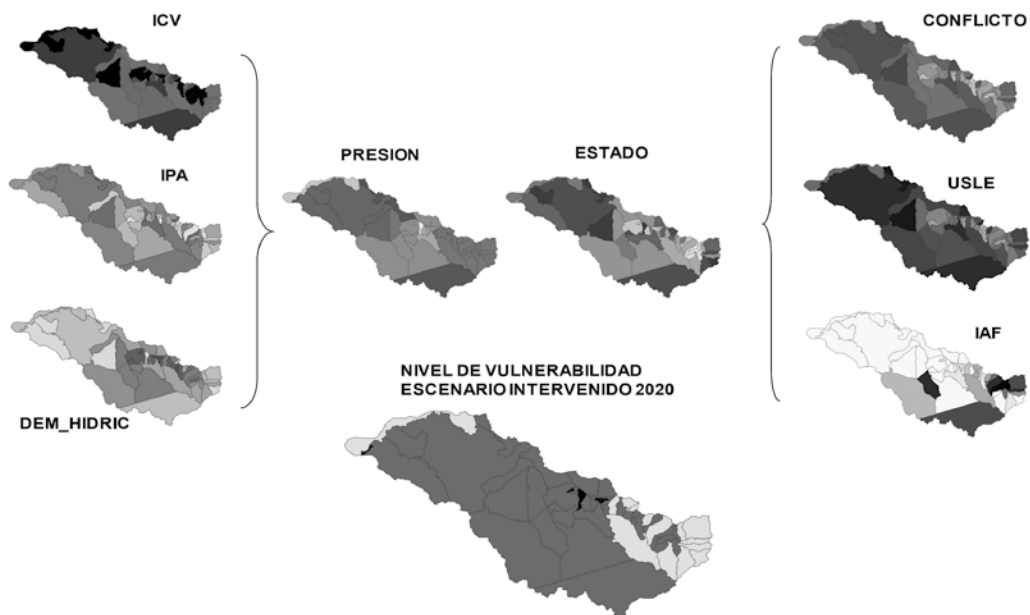
ve gravemente incidida por la variación en precipitación esperada en esos años a nivel mundial.

Niveles de vulnerabilidad a cambio climático

En el marco del referente conceptual establecido con anterioridad, se presenta a continuación un esquema del sistema de modelamiento geo-estadístico empleado para calcular y estimar el grado de vulnerabilidad al cambio climático para el escenario 2020.

Figura 4

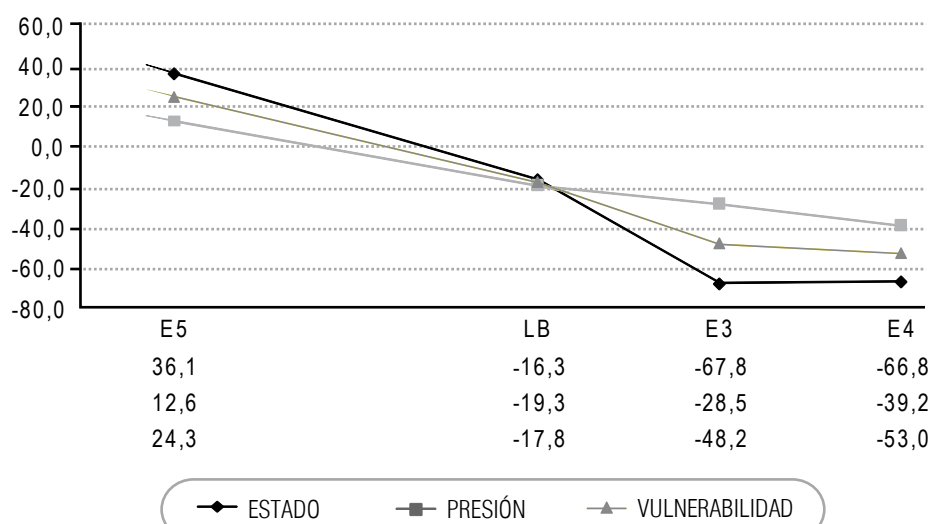
Estimación nivel de vulnerabilidad



Este proceso realizado para cada escenario permitió identificar el nivel de vulnerabilidad en el marco de condiciones futuras de presión y estado del sistema ambiental. Como producto de ello, se identificó el nivel de variación para cada periodo; los resultados se presentan en la siguiente gráfica:

Figura 5

Relación estado, presión, vulnerabilidad



Como producto de esta información, se puede decir que para el área de estudio la capacidad para resistir o adaptarse a las transformaciones derivadas del cambio climático es negativa (nivel de vulnerabilidad alto: -17,8%). Este indicador, que se ve influenciado por los considerables niveles de presión que existen sobre el sistema ambiental, equivalentes a -19,3% y los altos índices de estado -16,3% permite ver que sobre el área general de la subcuenca, los factores de presión y las condiciones de estado están incidiendo negativamente en la capacidad de adaptación que puede tener la comunidad si los cambios se presentaran en la actualidad.

Situación similar pero aún más intensificada se espera para los años 2020 y 2050, con niveles de vulnerabilidad negativos (-48,2 y -53,0%, respectivamente).

En lo que tiene que ver con las condiciones de estado, el indicador que más está incidiendo en los bajos niveles es el IAF (Índice de Ampliación de la Frontera Agrícola), equivalente a 52,2%, seguido del Usle 41,2% y conflicto por uso de tierras con el 37,4%. Para el año 2020, se estima que el IAF aumente en 61,9% y para el 2050, en 75,5%.

Tabla 1 Participación indicadores de estado

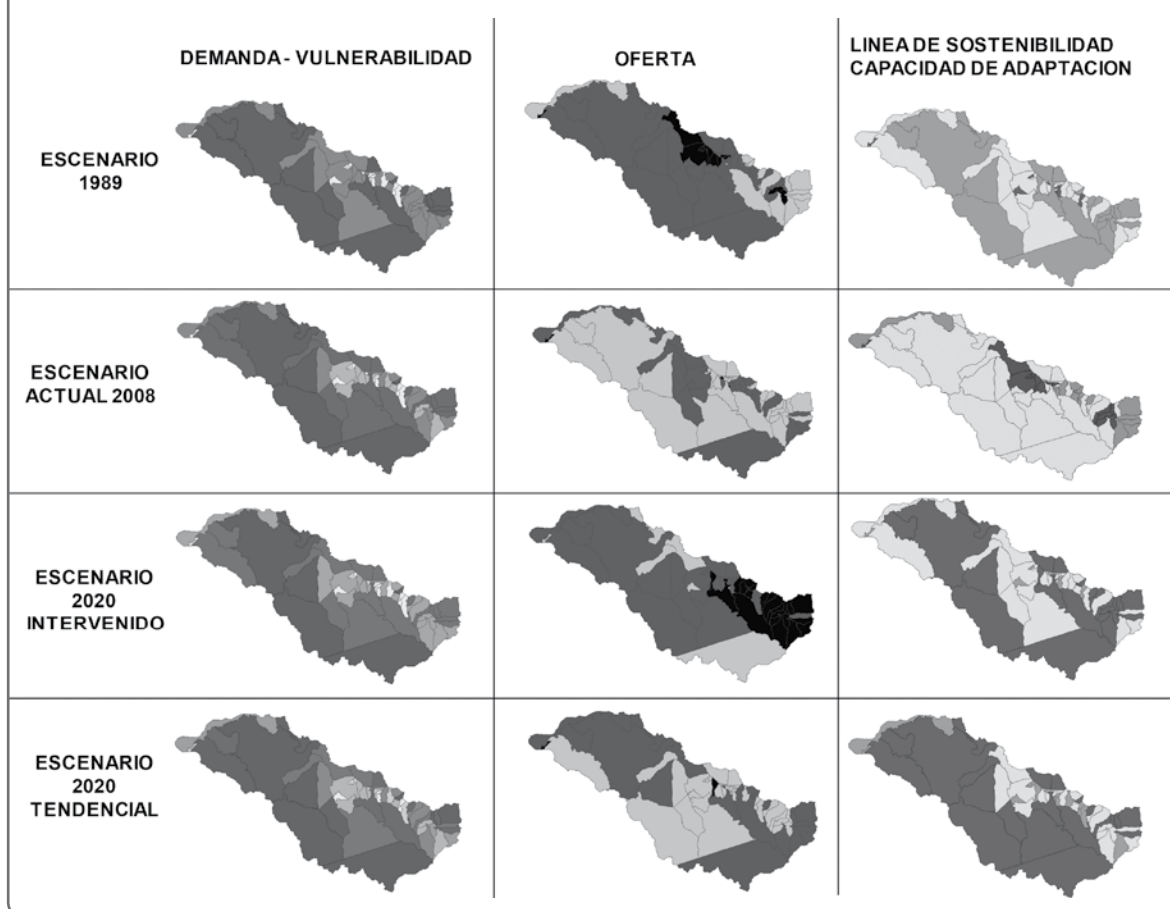
	E6	LB	E4	E3
Conflictos	34,3	37,4	39,9	40,5
Usle	-35,6	41,2	41,2	41,8
IAF	-40,5	52,2	75,5	61,9
Estado (Vul)	13,9	-56,4	-47,8	-51,9

Estos indicadores permiten ver que para disminuir el nivel de vulnerabilidad al cambio climático, es necesario disminuir los índices de deforestación, establecer medidas para el manejo y control de la erosión y volver cada vez más sostenibles los sistemas de uso y explotación del suelo.

En el siguiente gráfico se presentan los distintos escenarios modelados.

Figura 6

Registro espacial, vulnerabilidad, oferta y capacidad de adaptación



Participación comunitaria

como herramienta para mejorar la capacidad de adaptación al cambio climático

Este proceso tiene como objetivo identificar, analizar y contextualizar el impacto que las diferentes presiones socio-económicas están generando sobre la sostenibilidad ambiental de la subcuenca del río Güiza y cómo éstas han cambiado a lo largo del tiempo.

Como parte del proceso de análisis y fortalecimiento comunitario en el marco del cambio climático, se llevaron a cabo varios talleres de formación-capacitación donde se ayudó a generar conciencia en torno a la problemática derivada de la transformación del clima. También se generaron espacios de discusión para construir y dar inicio a una estrategia local de adaptación al cambio climático.

Por medio de talleres, con la participación de todos los grupos étnicos presentes en la zona, se discutieron los cambios medioambientales evidenciados a lo largo del tiempo. El trabajo en los talleres fue complementado con visitas de campo para evidenciar cambios en el sistema natural.

Como parte de las metodologías desarrolladas y de los productos obtenidos se generaron mapas cronológicos y esquemas de causa-efecto. A continuación se presentan algunos de ellos:

Tabla 1 Resultados taller cambio climático

IMPACTOS		Qué hacemos para evitar	Qué queremos conocer
Menor duración de los cultivos	6	- Recuperar las semillas tradicionales - Abonar el suelo orgánicamente	- Prácticas empíricas ancestrales - Asesorías y prácticas en técnicas agrícolas
Más enfermedades y plagas	3	- Evitar uso de abonos químicos - Producir fungicidas con plantas nativas	Cursos de conocimiento y prácticas con plantas fungicidas
Lluvias excesivas	7	- Conservar bosque y páramos con humedad para retener la lluvia - Regeneración natural - Cuidar microcuencas y páramos - Manejo del agua por las propias comunidades	- Conciencia y sensibilización ambiental - Proyectos e incentivos favorables - Declarar algunas microcuencas como patrimonio de la humanidad
Disminución de aguas (sequías)	1		
Deslizamiento erosión	4	- Evitar quemas - Manejo adecuado de drenajes	La aplicación de leyes y decretos ambientales para personas que incurran en prácticas destructivas
Pérdida de especies	2	- Evitar caza, comercio y pesca ilegal de especies - No al uso de insecticidas y fungicidas químicos	Que las autoridades apliquen las leyes sobre comercio de especies
Descontrol en los periodos de siembra	5	Buscar tiempos adecuados y fase lunares indicadas	Volver a algunas prácticas tradicionales adaptadas a los cambios

Tabla 1 Continuación

CAUSAS		Qué hacemos para evitar	Qué necesitamos conocer
Tala de bosques Quema de bosques	1	Organizar y planear bien la finca	Planear y poner en práctica el manejo integral de la finca
Sobrepoblación	4	Educación en sexualidad y planificación	Educación sexual enfocada en el contexto actual
Contaminación del aire	3	- Evitar quema de llantas - Mal manejo de las basuras - Uso de insecticidas y pesticidas	- Sobre la cultura consumista - Uso de contaminantes
Quema de combustibles fósiles	5	- Uso de motores eficientes y ecológicos - Evitar uso de motores de dos tiempos	Investigación e implementación de técnicas industriales más ecológicas
Mayor uso de fungicidas	2	Uso de plantas repelentes y residuos compostables	Fórmulas y uso adecuado de repelentes y abonos orgánicos

Proceso de articulación

Cambio climático - Plan de ordenamiento y manejo ambiental subcuenca río Güiza

Finalmente, se realizó un proceso de priorización a nivel de unidades político-administrativas y unidades geográficas como microcuencas, con el objetivo de establecer una línea de prioridad en la cual se pueda establecer la pertinencia de cada una de las acciones de adaptabilidad identificadas por la comunidad y validadas por los resultados técnicos.

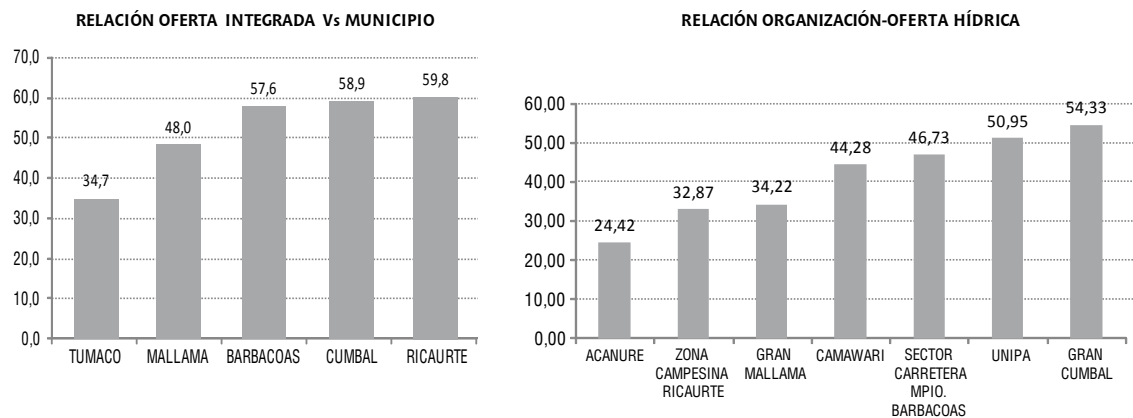
Como producto de ello, se estableció para cada indicador y variable calculada, una línea de prioridad (Tabla 2).

Tabla 2 Líneas de priorización a nivel de micro cuencas

MICROCUECA	HAS_MC	% CAP PRŌDUCT	CATE PRODU	% CON- SERV	CAT CONSER	% IRECO	CAT IRECO	% OFERT HIDRIC	CAT OFERT HIDRIC	CAT-OFERT- INTE	% OFERT- INT
Río Salado	4527,09	4,63	MUY BAJA	40,10	ALTO	39,01	MUY BAJO	1,89	MEDIA	MEDIA	85,63
Güiza Parte Baja	11440,66	0,00	NO REGISTRA	47,04	ALTO	47,04	BAJO	13,46	ALTA	ALTA	107,54
Q. Cartagena	1829,09	0,00	NO REGISTRA	55,89	ALTO	55,89	BAJO	2,66	MEDIA	ALTA	114,44
Pueblo Viejo	4718,14	0,50	MUY BAJA	59,36	ALTO	58,60	BAJO	2,46	MEDIA	ALTA	120,92
La Turbia	4099,27	0,00	NO REGISTRA	66,64	MUY ALTO	66,64	MEDIO	5,40	MEDIA	ALTA	138,68
Q. Tefi	1945,99	0,00	NO REGISTRA	69,20	MUY ALTO	69,20	MEDIO	3,24	MEDIA	ALTA	141,64
Güiza Parte Alta	25387,11	31,08	BAJA	42,71	ALTO	42,56	BAJO	26,35	ALTA	ALTA	142,70
Q. Carbonera	2441,47	0,00	NO REGISTRA	72,86	MUY ALTO	72,86	MEDIO	5,54	MEDIA	MUY ALTA	151,26
Q. Imbi	2585,40	0,00	NO REGISTRA	75,41	MUY ALTO	75,41	MEDIO	4,45	MEDIA	MUY ALTA	155,27
Río Miraflores	12675,96	16,84	BAJA	65,21	MUY ALTO	65,09	MEDIO	13,50	ALTA	MUY ALTA	160,64
Cuasbil	2446,30	0,00	NO REGISTRA	80,85	MUY ALTO ÓPTIMO	80,85	ALTO	4,61	MEDIA	MUY ALTA	166,31
Río Sábalo	4182,71	0,00	NO REGISTRA	87,12	MUY ALTO ÓPTIMO	87,12	ALTO	8,38	MEDIA	MUY ALTA	182,62
Güiza Parte Media	18486,25	0,00	NO REGISTRA	73,64	MUY ALTO	73,64	MEDIO	43,09	MUY ALTA	MUY ALTA	190,37
Río Verde	3065,00	0,00	NO REGISTRA	96,66	MUY ALTO ÓPTIMO	96,66	MUY ALTO	5,15	MEDIA	MUY ALTA	198,47
Alto Albi	8270,60	0,00	NO REGISTRA	93,55	MUY ALTO ÓPTIMO	93,55	MUY ALTO	12,70	ALTA	MUY ALTA	199,80
Río Guaña	5745,88	0,00	NO REGISTRA	95,56	MUY ALTO ÓPTIMO	95,56	MUY ALTO	13,25	ALTA	EXCESI- VAMENTE ALTA	204,37
Río Vegas	56752,11	42,67	MEDIA	79,04	MUY ALTO	68,84	MEDIO	70,98	MUY ALTA	EXCESI- VAMENTE ALTA	261,53
Río Nulpe	69830,61	7,26	MUY BAJA	79,04	MUY ALTO	79,04	MEDIO	153,71	EXCESI- VAMEN- TE ALTA	EXCESI- VAMENTE ALTA	319,05

Figura 8

**Priorización a nivel de municipios (izquierda),
organizaciones territoriales (derecha)**



Conclusiones

Es muy importante anotar la especial relevancia que adquiere este tipo de procesos cuando son bajados a un nivel más comunitario y donde la participación y el poder decisorio de las autoridades locales juegan un papel trascendental en el diseño de estrategias orientadas a posibilitar acciones o mecanismos que permitan una adecuada adaptación a los cambios climáticos futuros.

Por otro lado, también es importante anotar la necesidad de promover más espacios de desarrollo técnico y metodológico que permitan manejar información y derivar resultados capaces de acoplarse a los niveles regional y local.

Los sistemas de información municipal y departamental merecen ser reconsiderados en la medida que permitan el flujo de información contextualizada y articulada. Tienen que convertirse en la base de información estadística y georreferenciada, con la capacidad de poder aportar en el desarrollo de propuestas técnicas orientadas fundamentalmente a evaluar los niveles de vulnerabilidad y las capacidades de adaptación comunitaria a los cambios climáticos esperados.

Por último, la articulación de este tipo de estudios en el marco de los procesos de formulación de diferentes planes o programas de desarrollo se debe tener siempre como una variable trascendental, incorporando en los componentes estratégicos de cada uno de ellos medidas de adaptación a los efectos derivados del cambio en el clima.

Referencias

- Critical Ecosystem Partnership Fund, (CEPF). 2001. *Informe final: Corredor de conservación Chocó-Manabí ecorregión terrestre prioritaria del Chocó-Darién-Ecuador occidental (hot spot), Colombia-Ecuador*. 42 pp.
- Corporación Autónoma Regional de Nariño Corponariño, World Wildlife Fund WWF Colombia. 2008. *Plan de Manejo y Ordenamiento Ambiental Subcuenca Río Güiza*.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2005. *Censo general 2005*. <http://www.dane.gov.co/censo>
- Walschburger, T., A. Hurtado-Guerra, E. Sánchez & M.E Chávez (Eds.). 2007. *Bases para la construcción de un Plan de Conservación de la Biodiversidad en el Complejo Ecorregional Chocó-Darién, Noroccidente Ecuatoriano y Andes Noroccidentales (Cecadanea)*, Fundación Ecotrópico, WWF Colombia, Cecoin. Bogotá.

Iniciativas de Adaptación en los Páramos de Anaimé y Chili

Departamentos del Quindío y Tolima

MÓNICA PATRICIA RAMÍREZ¹, JORGE RUBIANO²
JULIO ANDRÉS OSPINA³ Y CÉSAR FREDDY SUÁREZ⁴



Introducción

El interés por las zonas de páramo y la alta montaña desde el punto de vista científico y ambiental, se ha venido incrementado durante las últimas décadas. De esta manera se ha reconocido su importancia hidrológica, la gran especificidad de su biodiversidad asociada, su valor como último refugio de especies andinas, por ejemplo el Oso de Anteojos y su gran belleza escénica. También se ha hecho evidente la gran amenaza que representa para esta zona el cambio climático. Lo anterior ha llevado a tomar medidas desde el nivel central que propenden por conservar este ecosistema; un claro ejemplo de ello es la inclusión de 712.068,3 hectáreas de páramos húmedos de la región de los Andes en diferentes categorías de áreas protegidas, las cuales representan el 57,8% del total de páramos húmedos de la ecorregión, WWF-IAvH (2003).⁵

WWF es la organización conservacionista mundial que inició sus labores en Colombia desde 1964, a través de acciones de conservación en proyectos puntuales en algunas regiones del país. Posteriormente en 1993 se consolidó como Oficina de Programa y desde entonces ha centrado su labor en las Ecorregiones de los Andes del Norte y del Chocó Biogeográfico, consideradas de alta prioridad para su conservación, debido a su riqueza natural. Recientemente,

1. Bióloga. Fundación Ecológica Las Mellizas.
2. Biólogo. Corporación Semillas de Agua.
3. Especialista en Gestión Ambiental. Consultor WWF Colombia.
4. Coordinador de Análisis Geográficos WWF Colombia.
5. WWF Colombia – Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2003. Vacíos de Conservación del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia desde la perspectiva Ecorregional.

WWF Colombia ha iniciado su trabajo en la cuenca del Orinoco, que incluye 9 ecorregiones terrestres y 5 de agua dulce, y es considerada una de las principales fuentes de agua dulce del país.

La Fundación Las Mellizas es una entidad sin ánimo de lucro, que surge en el año 1989. Tiene una reserva en los ecosistemas de alta montaña del municipio de Génova donde conserva muestras de páramo. En estos ecosistemas lidera un proceso de conservación-producción con los pobladores que los habitan, desde hace más de 10 años.

La Corporación Semillas de Agua es una organización de la sociedad civil colombiana que contribuye al desarrollo de procesos sociales para el mejoramiento de las condiciones de vida de hombres, mujeres y del medio ambiente, a través de acciones participativas de conservación de los recursos naturales, incluidos los sistemas de producción.

Antecedentes

Departamento del Tolima

- Experiencia de 15 años de la Corporación Semillas de Agua en programas de desarrollo sostenible y protección de ecosistemas de páramo – municipio de Cajamarca (Tolima).
- Proceso de Gestión Social del Agua en la cuenca del río del Coello – Conversatorio de Acción Ciudadana. (2005-2009).
- Construcción del Plan de Manejo Integrado para los ecosistemas de alta montaña Anaime-Chili, con 4 municipios del Tolima y 2 del Quindío. (2008-2009).
- Plan de Ordenamiento de la cuenca del río Coello, Tolima.

Departamento del Quindío

En los páramos del municipio de Génova, la Corporación Autónoma Regional del Quindío –CRQ–, la Fundación Las Mellizas, la Asociación Red de Reservas Naturales de la Sociedad Civil, la Fundación Proaves, la Fundación Pronatura, los pobladores de la zona, la Alcaldía y el Concejo Municipal, han realizado diferentes acciones que han permitido incrementar el conocimiento y la protección de la diversidad biológica y socio-cultural presente en estos ecosistemas.

De las acciones de conservación y protección se destacan las educativas y de protección desarrolladas por la CRQ en los humedales ubicados en el páramo:

- proceso protección en la Laguna del Muñeco;
- el inventario preliminar de los humedales del departamento del Quindío (realizado por De Wilde & Sanabria 1998);
- proyecto “Conservación de los ecosistemas de alta montaña en la cordillera central, departamentos de Caldas, Quindío, Valle del Cauca y Tolima, un aporte a las Ecorregiones Estratégicas”. En este último tomó parte el municipio en el año 2002 y fue liderado por la CRQ, CVC, CORTOLIMA, CORPORCALDAS y la Unidad de Parques Nacionales Naturales;
- acciones de reconversión ganadera asesoradas por el Nodo de la Red de Reservas en el departamento del Quindío y la Secretaría de Desarrollo Económico y Rural, y las de conocimiento y conservación del Loro Oreji Amarillo lideradas por la Fundación Proaves.

Por su parte, la Fundación Las Mellizas ha venido trabajando con los pobladores e instituciones con influencia en la alta montaña del municipio, desde hace más de diez años, con el fin de ampliar el conocimiento de la zona de su riqueza biológica y socio-cultural. Igualmente el trabajo se enfoca en la identificación y desarrollo de estrategias económicas y técnicas que permitan liberar al páramo de las presiones generadas por los sistemas productivos pecuarios y agrícolas allí establecidos.

Del proceso de conservación de los ecosistemas de alta montaña del municipio de Génova se destacan los siguientes momentos:

- acercamiento y acompañamiento a los actores institucionales y comunitarios que tienen influencia en los ecosistemas de alta montaña (páramos y bosques alto andinos).
- diagnóstico biofísico y socioeconómico de los ecosistemas de alta montaña, incluyendo los humedales ubicados en el páramo.
- fortalecimiento institucional y comunitario en temas relacionados con organización comunitaria, legislación ambiental, sistemas productivos, entre otros.
- formulación participativa del plan de manejo para los ecosistemas de alta montaña, basados en la resolución 0839 de 2003.
- declaración de los ecosistemas de alta montaña del municipio de Génova como parque natural regional, declaratoria que fue realizada por el Consejo Directivo de la CRQ.

El municipio de Pijao en los últimos años ha sido reconocido por su diversidad, gracias a instituciones de diferentes sectores que han realizado allí acciones tendientes a su conocimiento y diseño de estrategias de conservación. Dentro de las instituciones que han realizado acciones de investigación en el páramo de Pijao se destacan

la CRQ, la Universidad del Quindío, la Fundación Las Mellizas, la Alcaldía y el Concejo Municipal.

Las acciones de investigación en el páramo de Pijao se han desarrollado especialmente en las cuencas de los ríos Lejos y Azul, se destacan dentro del proceso las siguientes:

- el inventario preliminar de los humedales del departamento del Quindío, realizado por De Wilde & Sanabria en el año 1998 y contratado por la Corporación Autónoma Regional del Quindío. En el estudio de De Wilde & Sanabria (1998) se diagnosticaron los humedales ubicados en la zona del páramo de Pijao.
- el proyecto “Conservación de los ecosistemas de alta montaña en la cordillera central, departamentos de Caldas, Quindío, Valle del Cauca y Tolima, un aporte a las Ecorregiones Estratégicas”, del cual hizo parte el municipio en el año 2002 y que fue liderado por la CRQ, CVC, CORTOLIMA, CORPORCALDAS y la Unidad de Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- el diagnóstico biofísico, socioeconómico y cultural de los páramos del municipio de Pijao, cuenca del río Lejos (incluyendo río Azul), contratado por la CRQ y ejecutado por LV-Ingeniería, con el apoyo de la Fundación Las Mellizas.

De los procesos mencionados que se han realizado en el ecosistema de páramo de los municipios de Pijao y Génova, Quindío, ninguno ha estado relacionado específicamente con el tema de cambio climático. Sin embargo la información generada por estos proyectos y procesos permiten iniciar una investigación sobre los efectos que el fenómeno climático viene generando en los ecosistemas.

Al igual que en los procesos de conservación en el ecosistema páramo, los instrumentos de planificación para los municipios de Pijao y Génova no incluyen el tema específico de cambio climático. En los Esquemas de Ordenamiento Territorial y en el Plan de Acción Trienal de la CRQ el cambio climático no es una línea de trabajo o una política.

Para la zona sur del departamento del Quindío el tema de cambio climático es un proceso relativamente nuevo, que requiere para su conocimiento, del fortalecimiento de capacidades de los diferentes actores sociales e institucionales, la comunicación del tema en diferentes medios masivos y la formación para la gestión e incidencia política acerca del tema. Además, la investigación en metodologías para la identificación y análisis de los cambios que el fenómeno produce en los sistemas productivos, en los humedales, en los ciclos biogeoquímicos, en la salud de las personas, en la flora y la fauna asociadas al páramo.

Ubicación geográfica

El análisis de vulnerabilidad y la estrategia de adaptación al cambio climático en los páramos de Anaime, Chili y Hierbabuena, se desarrolló en la Cordillera Central, vertiente occidental, hacia el valle de la cuenca del río Cauca, y oriental, hacia el valle de la cuenca del río Magdalena. El área del estudio es de 150.000 hectáreas, en los departamentos de Tolima y Quindío, municipios de Cajamarca, Roviara, Ibagué, Roncesvalles, Pijao y Génova.

Características físicas y biológicas

Los páramos del departamento del Quindío se encuentran ubicados en el flanco occidental de la Cordillera Central, en la zona limítrofe con los departamentos del Tolima y Valle del Cauca, con altitudes comprendidas entre 3300 y 4100 msnm. En el Quindío se han identificado 4731,19 ha (escala 1:100.000), distribuidas en los Municipios de Salento, Pijao y Génova.⁶

Tabla 1 Municipios con Vegetación de Páramos en el Quindío

Municipio	Área (ha)
Salento	1263,195
Génova	2612,16
Pijao	851,237
Total	4731,192

Fuente: CRQ, 2002

En los páramos de Anaime, Chili y Hierbabuena se pueden apreciar diferentes coberturas vegetales, dentro de éstas se destacan las de bosque y pajonal, con un área de 69.740 y 11.695 hectáreas respectivamente.

En el estrato arbóreo de las coberturas vegetales domina el Tibar (*Escallonia myrtilloides*), y el colorado (*Polylepis*), en el estrato arbustivo los frailejones (*Espeletia hartwegiana*), guarda rocíos (*Hypericum laricifolium*), mortiños (*Vaccinium floribundum*) y reventaderas (*Pernettya prostrata*) y en el estrato herbáceo la paja de páramo (*Calamagrostis effusa*), el colchón de pobre (*Lycopodium jussiaei*), el chusque (*Chusquea tessellata*) y las cortaderas (*Cortaderia nitida*), dispersos o formando colonias.

6. CRQ y otros. 2002. Proyecto: "Conservación de Ecosistemas de Alta Montaña en la Cordillera Central, departamentos de Caldas, Quindío, Valle del Cauca y Tolima, un aporte a las Ecorregiones Estratégicas".

Flora

A pesar de que la flora ha sido uno de los componentes más estudiados en la zona, después de las aves, son muchas las especies aún desconocidas. Los muestreos de flora se han realizado en predios piloto y de fácil acceso, cerca de carreteras o viviendas, por lo cual se requiere hacer muestreos de otros sitios, estableciendo metodologías de monitoreo en transectos o parcelas.

En el departamento del Quindío se han registrado 152 especies vegetales para el municipio de Pijao y 412 para el municipio de Génova, en un rango altitudinal que va desde los 2000 hasta los 3800 msnm. Las familias vegetales más representativas son la Asteraceae, Orchidaceae, Rubiaceae, Solanaceae, Melastomataceae, Lauraceae y Ericaceae (LV-Ingeniería, 2005) (Fundación Ecológica Reserva Las Mellizas y otros, 2005).

Fauna

Aves

Las aves han sido uno de los grupos más estudiados en los páramos de Anaime, Chili y Hierbabuena, por ser uno de los más conspicuos. En el departamento del Quindío se han registrado, 128 especies en el municipio de Génova y 50 en el municipio de Pijao. Las familias más representativas son la Thraupidae, Trochilidae, Fringillidae y Furnariidae (Fundación Ecológica Reserva Las Mellizas y otros, 2005).

Uno de los registros más importantes en la zona sur del departamento del Quindío, municipios de Pijao y Génova, fue el reporte de dos nuevas localidades para el Tororoi Media, *Grallaricula lineifrons*. En los bosques altoandinos de Pijao y Génova se capturó un individuo de la especie *G. lineifrons*, en redes de niebla ubicadas a 3.400 metros de altitud en el municipio de Génova, y a 3.350 metros en el municipio de Pijao.

De la especie *Grallaricula lineifrons* se presentan muy pocos registros en el país y se considera actualmente como vulnerable (VU), aunque por lo poco conocida es difícil precisar su situación real. Las nuevas localidades de *G. lineifrons* extienden significativamente la distribución conocida de la especie hacia el norte, desde el departamento del Cauca hasta el departamento del Quindío (Rivera y Ramírez 2005).

Mamíferos

En el departamento del Quindío se han registrado para el municipio de Génova quince especies de mamíferos y para el municipio de Pijao doce. De los mamíferos registrados se destacan: *Mazama rufina* (Venado soche), *Pudu mephistophiles* (Venado conejo), *Herpailurus yaguarondi* (Yaguarundi), *Cerdocyon thous* (Zorro), *Eira barbara* (Tayra) *Puma concolor* (Puma), *Mustela frenata* (Comadreja), *Nasuella olivacea* (Cusumbo mocososo), *Nasua nasua* (Cusumbo solino), *Tremarctos ornatus* (Oso de anteojos), *Sylvilagus brasiliensis* (Conejo sabanero), *Dinomys branickii* (Gua-gua loba).

Especies de flora y fauna con algún grado de amenaza

Los páramos de Anaime, Chili y la Hierbabuena se encuentran afectados por la expansión de la frontera agrícola y pecuaria, las intervenciones mineras y la apertura de carreteras, generan fragmentación del paisaje, pérdida de hábitat para las diferentes especies de flora y fauna y desecación de humedales. En los páramos se han identificado trece especies de flora, nueve de aves y cinco de mamíferos con algún grado de amenaza.

Tabla 2 Especies de flora identificadas con algún grado de amenaza

Familia	Especie	Categoría de amenaza
STAPHYLEACEAE	<i>Turpinia occidentalis</i>	LR: Bajo Riesgo
BROMELIACEAE	<i>Greigia nubigena</i>	CR: En Peligro Crítico
ARECACEAE	<i>Ceroxylon parvifrons</i>	CA: Críticamente Amenazado
FAGACEAE	<i>Quercus humboldtii</i>	CA: Críticamente Amenazado
ASTERACEAE	<i>Ageratina popayanenses</i>	DD: Datos Insuficientes
ALZATEACEAE	<i>Alzatea verticillata subsp amplifolia</i>	DD: Datos Insuficientes
AUIFOLIACEAE	<i>Ilex colombiana</i>	IC/NT :Ni Raro Ni Amenazado
ASTERACEAE	<i>Mutisia grandiflora</i>	IC/NT :Ni Raro Ni Amenazado
ASTERAECAE	<i>Chuquiraga jussieui</i>	NT: Ni Raro Ni Amenazado
JUGLANDACEAE	<i>Juglans neotropica</i>	VU: Vulnerable
PODOCARPACEAE	<i>Podocarpus oleifolius</i>	VU: Vulnerable
ASTERACEAE	<i>Espeletia hartwegiana</i>	LC: Preocupación Menor
ACTINIDIACEAE	<i>Saurauia cuatrecasana</i>	LC: Preocupación Menor

Fuente: Listado de la flora amenazada. IAvH. 2003.

Tabla 3 Especies de aves con algún grado de amenaza y endemismo

Familia	Nombre científico	Grado de amenaza	Grado de endemismo
Psittacidae	<i>Hapalopsittaca fuertesi</i>	CR (Crítico)	Endémica
Psittacidae	<i>Leptosittaca branickii</i>	VU (Vulnerable)	
Trochilidae	<i>Eriocnemis derbyi</i>	NT (Casi amenazado)	Casi endémica
Ramphastidae	<i>Andigena hypoglauca</i>	VU (Vulnerable)	
Ramphastidae	<i>Andigena nigristrois</i>	NT (Casi amenazado)	
Formicariidae	<i>Grallaricula lineifrons</i>	VU (Vulnerable)	
Formicariidae	<i>Grallaria milleri</i>	EN (En peligro)	Endémica
Parulidae	<i>Myoborus ornatus</i>		Casi endémica
Trochilidae	<i>Eriocnemis mosquera</i>		Casi endémica

Fuente: Renjifo et al. 2002.

Tabla 4 Especies de mamíferos de la alta montaña con algún grado de amenaza

Familia	Especie	Grado de amenaza según IUCN (2001)	Grado de amenaza cites
Dinomyidae	<i>Dinomys branickii</i>		
Felidae	<i>Puma concolor</i>	VU	II
Ursidae	<i>Tremarctos ornatus</i>	CR	I
Tapiridae	<i>Tapirus pinchaque</i>	CR	SI
Cervidae	<i>Pudu mephistophiles</i>	EN	

Humedales

En los páramos de Anaime, Chili y Hierbabuena, los humedales (lagunas) ocupan un área de aproximadamente 146.34 ha.

En el departamento del Quindío se cuenta con aproximadamente 1169 humedales, que cubren un área total de 154 ha, estos son de tres tipos: palustres (lagunas y turberas de páramo), fluviales (madreviejas y orillas de ríos) y artificiales (estanques para producción de peces y bebederos de ganado).⁷ En la zona sur del departamento, los sistemas palustres están representados por 14 humedales, entre lagunas y turberas, ubicados en los ecosistemas de alta montaña de los municipios de Génova y Pijao.

7. De Wilde & Sanabria. 1998. *Humedales del departamento del Quindío. Inventario preliminar*. Corporación Autónoma Regional de Quindío CRQ. Armenia, Quindío. Pp. 60.

Tabla 5 Humedales de páramos, municipio de Pijao y Génova, Quindío

Nombre	Altitud msnm	Unidades hidrográficas	Área media m ²
La Vega	3300	Río Lejos	1620
Maizópolis	3700	Río Azul	2980
El Tapir	3600	Río Lejos	1350
Globo Verde	3500	Río Gris	245.79
El Retiro	3500	Río Gris	1492
La Gentileza	3580	Río Gris	
Globo Verde	3500	Río Gris	245.79
El Retiro	3500	Río Gris	1492
La Gentileza	3580	Río Gris	
La Rusia 1	3530	Río Rojo	54.84
La Rusia 2	3550	Río Rojo	351
La Rusia 3	3540	Río Rojo	595
La Rusia 4	3485	Río Rojo	832
Laguna del Muñeco	3480	Río San Juan	2 ha

De los sistemas palustres ubicados en los municipios de Pijao y Génova se destacan las lagunas del Muñeco y el Tapir. La Laguna del Muñeco es el humedal con mayor área registrada en el departamento con 20.600 m² y se considera la laguna de mayor importancia por ser la de mayor superficie y por contar con diferentes hábitat y una diversidad de flora y fauna especial.

Contexto social y económico

Los ecosistemas de alta montaña, de los cuales hacen parte los páramos de la Cordillera Central se destacan por la presencia de asentamientos dispersos y nucleados de grupos poblacionales de campesinos mestizos procedentes de zonas y regiones de ecosistemas similares o de regiones rurales con tradiciones de sistemas productivos de tierra fría.

Desde las evidencias arqueológicas y etnohistóricas, la alta montaña ha servido como asentamiento transitorio, camino de paso entre las cordilleras y valles interandinos, sitio de enterramiento y de rituales de los grupos precolombinos nómadas como los Panches, o de los pueblos sedentarios como los Quimbaya y los Pijaos, que habitaban los valles de los grandes ríos y cuencas afluentes.

La alta montaña ha sido un espacio de permanente importancia económica y social, por ser paso de mercancías y productos para el intercambio, de establecimiento de grandes haciendas ganaderas y

producción de cultivos básicos para las localidades y los municipios ubicados en las áreas de las dos vertientes de la Cordillera Central.

"A nivel sociocultural la alta montaña ha permitido la circulación y movilidad de grupos culturales indígenas ancestrales y actuales, y de campesinos mestizos, que en la actualidad se ven obligados, muchos de ellos, a desplazarse a otros municipios, ciudades o departamentos en un desarraigo de sus tierras, debido a la agudización de los conflictos sociales y políticos manifestados en el conflicto armado".⁸

Aspectos demográficos

La población que habita la zona de influencia de los páramos de Anaime, Chili y Hierbabuena *"está conformada por campesinos mestizos procedentes de zonas de ecosistemas similares de la Cordillera Central o la Oriental, de zonas de colonización minera y agrícola del sur occidente antioqueño, por personas y grupos de jornaleros que habitan esporádicamente las zonas para actividades de cultivos transitorios, comercio de madera y ecoturismo, personas que tienen grandes o medianas extensiones de tierra, identificados como ausentistas y grupos de personas que se movilizan itinerantemente, estableciéndose en sitios estratégicos".⁹*

La procedencia de la población del Quindío es de Antioquia, Tolima y Valle, en mayor proporción, y en menor proporción de Nariño, Boyacá y Caldas. La procedencia de la población del Tolima es de Cundinamarca, Boyacá y Cauca en mayor proporción, y en menor proporción de Nariño, Santander, Caldas y Antioquia.

La población que habita los páramos de Anaime, Chili y Hierbabuena está inmersa en la población rural, con 64.467 habitantes que tienen influencia en los municipios de Pijao y Génova (Quindío) y Cajamarca, Rovira, Ibagué y Roncesvalles (Tolima).

8. Delgado, A. 2002. Informe final componente socio cultural proyecto "Conservación de los ecosistemas de Alta Montaña en los departamentos de Caldas, Quindío, Valle del Cauca y Tolima, un aporte a las Ecorregiones estratégicas". p. 3-4.

9. *Ibid.*, p. 65.

Tabla 6 Población total de los municipios con influencia en la zona de estudio

Municipio	Población total 30 de junio de 2005	Población cabecera 30 de junio de 2005	Población resto 30 de junio de 2005
Pijao	6683	3827	2856
Génova	9634	4936	4698
Cajamarca	19789	9361	10428
Rovira	21665	9408	12257
Ibagué	498401	468647	29754
Roncesvalles	6269	1795	4474
Total	562441	497974	64467

Fuente: DANE. Censo General 2005.

Según información secundaria, de diagnósticos e investigaciones realizadas, en los páramos de Tolima y Quindío habitan 175 personas aproximadamente, de las cuales 80 se ubican en el departamento del Quindío y 95 en el de Tolima.

Marco de trabajo para el programa de adaptación

Ruta metodológica

El proceso de análisis de vulnerabilidad y la definición de la estrategia de adaptación para los páramos de Anaime, Chili y Hierba buena, partió de la sensibilización y el fortalecimiento en el tema de cambio climático a diferentes actores sociales e institucionales con presencia e intereses en los páramos de los departamentos del Tolima y Quindío.

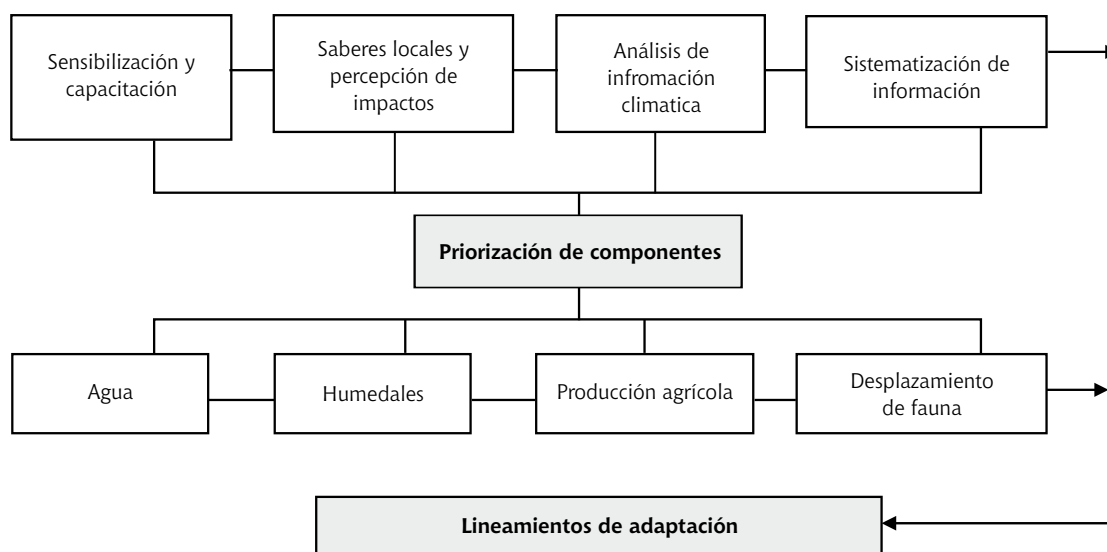
El fortalecimiento de actores se realizó a través de talleres locales relacionados con la conceptualización sobre el cambio climático y las vulnerabilidades y amenazas en los páramos y humedales. Estos espacios fueron aprovechados para la recopilación y socialización de los diferentes saberes y percepciones que los actores tienen acerca de los impactos que genera el cambio climático en los páramos. Como complemento de las percepciones locales, se recopiló, sistematizó y analizó la información climática, sobre sistemas productivos, biológicos y socioculturales de la zona.

Posteriormente los resultados de los talleres y de los análisis fueron socializados en un taller regional, en el cual se priorizaron cuatro temas: agua, humedales, producción agrícola y desplazamiento de la fauna. Con base en estos componentes se definieron acciones relacionadas con las estrategias del Convenio de Diversidad Biológica: conocer, conservar y usar, para obtener así los lineamientos de adaptación a cambio climático para la zona.

Para la definición de los lineamientos se tomaron insumos de presentaciones realizadas por representantes de las Alcaldías Municipales del Quindío y Tolima y de las Corporaciones Autónomas Regionales del Tolima –CORTOLIMA- y Quindío –CRQ, las cuales estuvieron relacionadas con los componentes ambientales de los Esquemas de Ordenamiento Territorial y los proyectos y programas de los Planes de Acción Trienal.

Figura 2

Esquema Metodológico del Análisis de Vulnerabilidad y Estrategia de Cambio Climático para los Páramos de Anaime, Chili y Hierbabuena

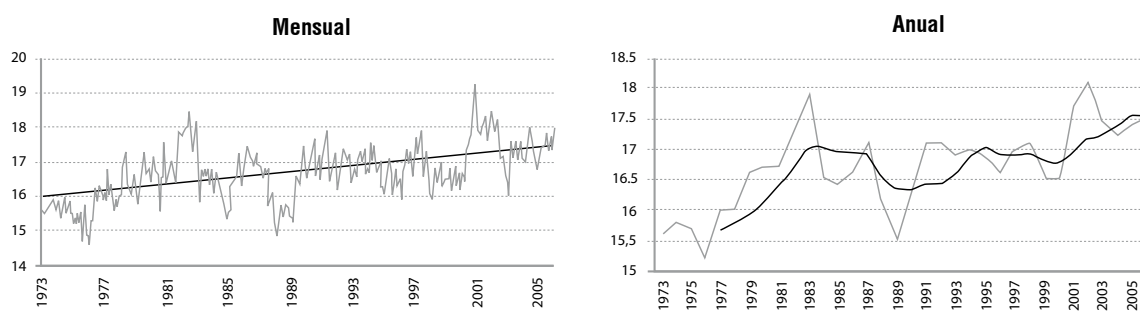


Variabilidad climática actual y futura

Se realizó un análisis de las estaciones hidrométricas, pluviométricas y climatológicas para la región, distribuidas de la siguiente forma: 5 estaciones manejadas por la Corporación Autónoma del Quindío CRQ y 20 estaciones del IDEAM. El análisis se basó en la observación de las tendencias actuales a partir de los datos históricos y la proyección de dicha tendencia al año 2030.

Figura 3

Variación multianual y multimensual de la temperatura. Estación río Manso- Rovira



Variabilidad observada de la temperatura

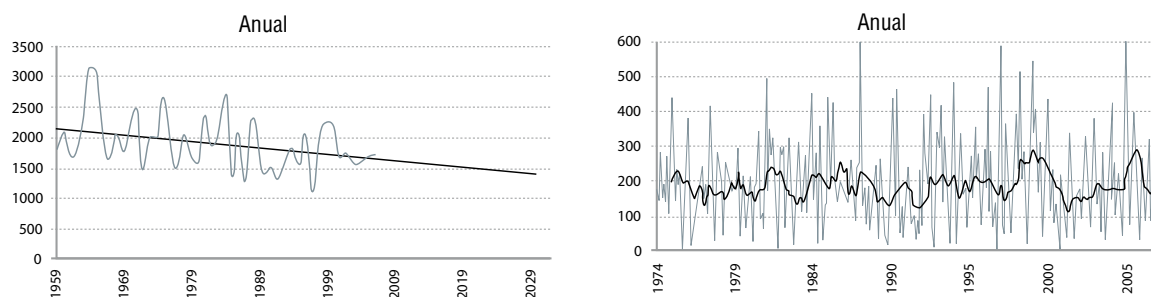
Tomando en cuenta la única estación con datos multianuales desde la década del 70, la temperatura ha aumentado en los últimos 30 años un promedio de 1.5 grados centígrados para la región. En la Figura 3, se muestra al costado izquierdo la variabilidad multimensual promedio y en el costado derecho, se observa la variabilidad promedio multianual, aunque se pueden apreciar años fríos (con promedios de temperatura alrededor de los 15.5 grados centígrados) en 1989, la tendencia de la temperatura es al aumento.

Variabilidad observada de la precipitación

Para el caso de la precipitación, luego de analizar varias estaciones, vemos un comportamiento diferenciado para cada uno de los flancos de la Cordillera Central. De esta manera, en el flanco oriental (cuenca del Magdalena) su tendencia es a disminuir, en el flanco occidental (cuenca del río Cauca) no hay una tendencia clara, sin embargo, si observamos el comportamiento desde finales de los 90's, los inviernos y veranos son más pronunciados (Figura 4).

Figura 4

Variación multianual de la precipitación. Flanco oriental (derecha) y occidental (izquierda)

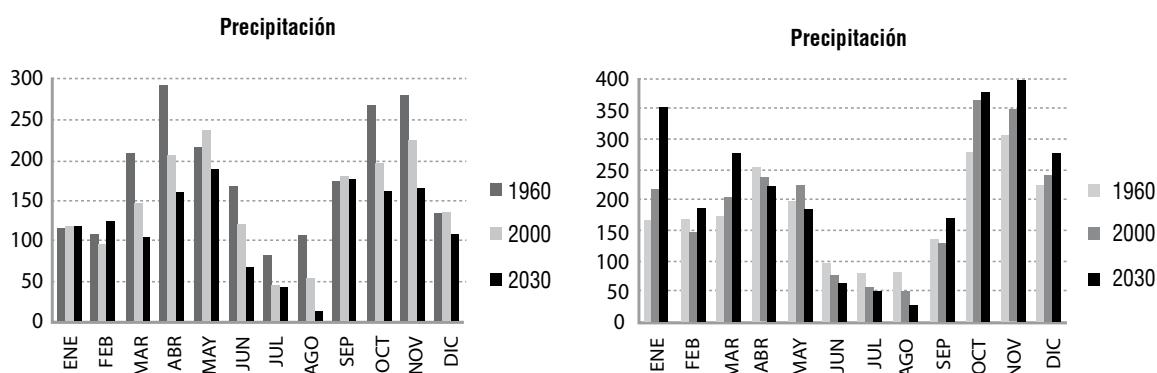


Variabilidad futura de la temperatura y la precipitación

Se realizó un ejercicio de extrapolar la tendencia local como punto de partida para estimar escenarios de las variables climáticas en el área de estudio. Cada valor mensual fue estimado debido a la variabilidad para cada periodo. La regresión de mayor exactitud fue la regresión lineal, siendo la utilizada para todas las proyecciones mensuales y anuales de las variables de precipitación y temperatura.

Figura 5

Variación de la precipitación para el año 2030. Derecha flanco occidental e izquierda flanco oriental de la cordillera central

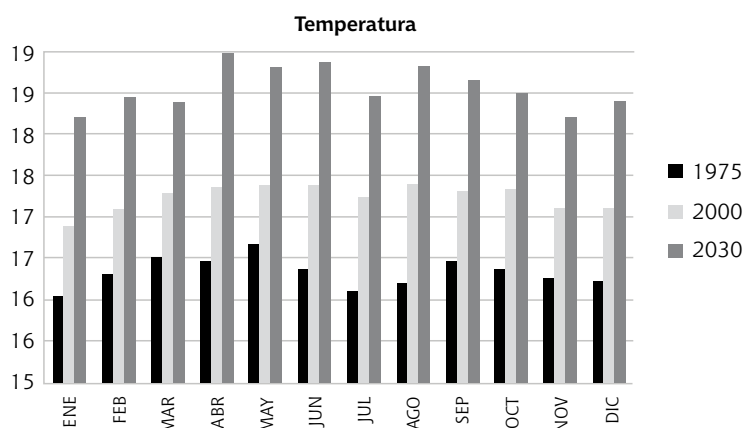


De esta forma, podemos apreciar las diferencias en la precipitación para ambos flancos. Mientras que para la cuenca del Magdalena (flanco oriental de la Cordillera Central) se aprecia una disminución durante todo el año (verano e invierno), para el flanco occidental (cuenca del Cauca) los inviernos tendrán mayores precipitaciones y el verano menores precipitaciones (Figura 5). Las barras rojas representan la tendencia actual extrapolada al año 2030, las barras amarillas, el promedio de los años 2000-2006. Las barras verdes son el promedio para los años 1975-1980.

En el caso de la temperatura, el aumento es homogéneo a lo largo del año para la región. De acuerdo a la tendencia presentada anteriormente, en la Figura 6 se observa en barras moradas-rojas los valores para el año 2030, en barras naranjas, los valores al año 2000 y en amarillo, el promedio para el año 1975.

Figura 6

Variación de la temperatura al año 2030

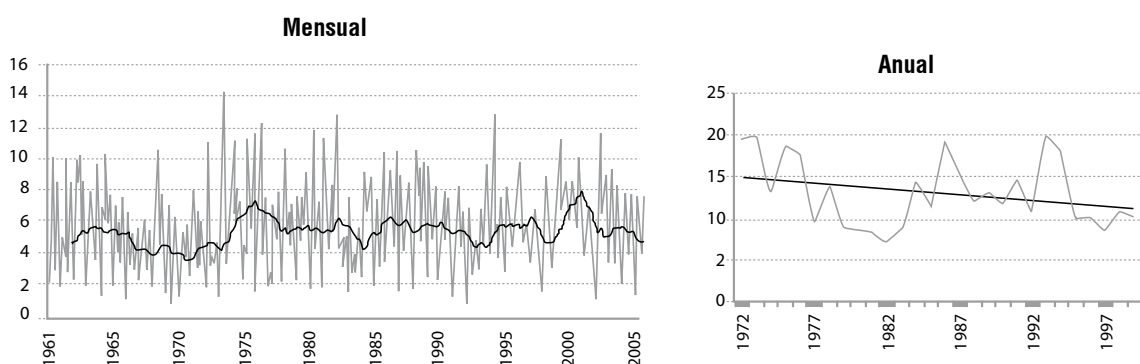


Efectos adversos actuales y potenciales del cambio climático

Los impactos los vemos por un lado reflejados en los caudales de los ríos. Sin embargo, comparando dos estaciones hidrométricas en la misma cuenca (río Cucuana, al sur del área de estudio), vemos cómo la tendencia negativa (a disminuir) es evidente en la estación aguas abajo (Figura 7, de la derecha). La estación aguas arriba no presenta una tendencia clara. Comparando estas gráficas con los datos de las estaciones de lluvia vemos que la tendencia a menos lluvias se da en la parte baja – media de las cuencas, siendo el uso del suelo mayor hoy en día, que hace 30 años, reflejándose esto en las estaciones de caudales.

Figura 7

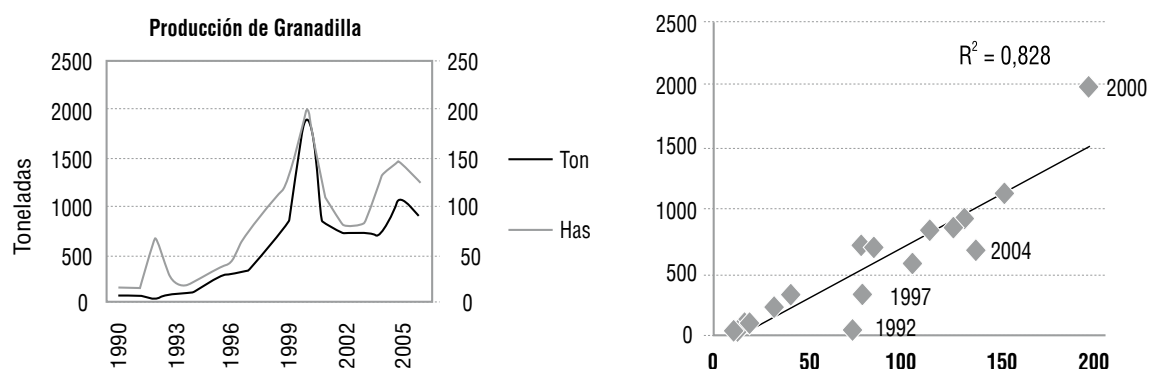
Variación de los caudales. Subcuenca del río Cucuana. Estación aguas arriba (derecha) y estación aguas abajo (izquierda)



Con respecto a los efectos potenciales adversos, se realizó un balance hídrico por medio del método de Thornthwaite & Mather (1955), utilizando los promedios de los valores para la década del 70, los promedios para los años 2000-06 y la proyección de la tendencia actual a partir de los datos históricos para las variables de precipitación y temperatura. Este análisis nos muestra cómo el déficit de agua no existía para el año 1975-80; para el promedio 2000-2006, aparece un pequeño déficit en los meses de julio -agosto y para el año 2030 este déficit se acerca a 20 mm para los meses de época seca.

Figura 8

Variación multianual de la producción de granadilla



También se buscó la relación entre la disminución de las cosechas de granadilla, mora, lulo, café y plátano y la variabilidad de la precipitación. Se analizó la relación entre las hectáreas cultivadas (eje X) y la producción en toneladas (eje Y), vemos para el caso de la granadilla, que los años 1992, 1997, 2000 y 2004 se salen del promedio de los años analizados (Figura 8). Sin embargo, al comparar con las series históricas analizadas (promedios mensuales), no hay una relación directa. Es necesario incorporar al análisis otras variables como el brillo solar, la evapotranspiración y la humedad, con una frecuencia de datos mayores, tal vez diaria, para así, buscar una correlación más exacta entre la variabilidad climática y su afectación en la productividad de los cultivos.

Testimonios locales

Durante el proceso de análisis de vulnerabilidad y definición de la estrategia de adaptación al cambio climático se generó un proceso de aprendizaje en torno al tema con los diferentes actores sociales e institucionales que tienen influencia en el ecosistema de páramo. El proceso incluyó la realización de ejercicios grupales, que permitieron definir conjuntamente qué es el cambio climático y cuáles han sido sus efectos en estos ecosistemas.

Tabla 7 Definiciones de cambio climático y sus causas

¿Qué es el cambio climático?	¿Por qué está ocurriendo el cambio climático?
...Es la variación o trastorno del clima, presentándose desde siempre, con la diferencia es que ahora se presenta en ciclos más rápidos, es también un fenómeno natural que impacta el clima global y local...	...Está ocurriendo por la no toma de decisiones a tiempo, asociado a una debilidad de políticas ambientales, y aunado a obras de infraestructura, como la minería, entre otras...
...Calentamientos que ha sufrido la tierra por la destrucción de la capa de ozono, por el dióxido de carbono...	...Debido al desarrollo desordenado de la industria, movilidad vehicular que aporta CO ₂ a la atmósfera, también derivado de la deforestación y el uso indiscriminado de agroquímicos, a los megaproyectos de infraestructura vial, el manejo inadecuado de basuras y por ello la destrucción de la capa de ozono...
...Alteraciones bruscas que ha sufrido el planeta por causas antrópicas...	...Falta de sensibilización del tema ambiental (educación)...
...Cambio brusco en la temperatura que altera las condiciones meteorológicas de las diversas zonas de la tierra...	...Falta de políticas de gobiernos rigurosas...

Tabla 8 Cambios generados por el cambio climático en los páramos, humedales, temperatura, precipitación y humedad

¿Qué cambios vemos en los páramos y humedales?	¿Qué cambios se notan en la temperatura, en la precipitación y en la humedad?
...Ampliación del rango altitudinal de plagas, como garrapatas...	...Predomina el aumento de la temperatura, se notan muchos tiempos secos y muchos de lluvias, no se pueden establecer épocas de tiempo seco, ni épocas de lluvias.
...En los páramos el impacto se evidencia en el cambio de clima, hoy en día es más cálido, facilitando las quemas...	...Temperatura: cambios bruscos, representados en altas temperaturas en el día y muy bajas temperaturas en la noche...
...Se evidencia en la ausencia de neblina de bosque. Han disminuido los caudales, facilidad para que se den quemas o incendios de pajonales. La disminución de la capa de hielo del nevado Tolima es consecuencia del calentamiento global...	...Sol candente, picante, intermitente...
...Disminución de la producción (pastos, papa y leche)...	...Precipitación: representada en lluvias torrenciales...
...El crecimiento de las truchas ha disminuido...	...Lluvias más fuertes y frecuentes...
...Los pastos naturales se secan por los fuertes vientos...	...Corriente de los ríos no regulada (irregular)...
...En el municipio de Génova, Quindío las épocas de siembra se han invertido...	...Humedad: disminución de la neblina...
	...En las primeras horas de la madrugada hace heladas...

Tabla 9 Transformaciones generadas por el cambio climático en las especies de flora, fauna y recurso hídrico, en los páramos, humedales y bosques alto andinos

¿Qué está pasando con las especies de flora y fauna en páramos y humedales?	¿Qué está pasando con el recurso hídrico en los páramos, humedales y bosques alto andinos?
...Fauna: se evidencia disminución y desplazamiento de especies, ejemplos: pato de laguna, danta, oso andino, anfibios, otros... ...Flora: disminución de bosques por acción de las quemas y sequías, disminución de poblaciones de plantas en especial vegetación de humedales y páramos (musgos, frailejón)... ...Disminución y desplazamiento de especies por cambio de uso del suelo, conflicto armado, cambio climático... ...El Pasto azul (nativo), ya no hay, ahora se ve mayormente kikuyo... ...El Pinche o afrechero es menos común... ...Laguna del Muñeco colonizada por pastos... ...El venado se ve menos, los cusumbos han aumentado, hay desplazamiento de especies. Especies como el arenillo han disminuido... ...Algunas culebras están desplazándose hacia partes altas...	...Disminución de la oferta hídrica y poca retención de agua en el páramo... ...Disminución de caudales y de área de humedales... ...Quebradas con fuertes crecidas...

Los participantes al proceso consideran que los asentamientos humanos generan el cambio climático, por el aumento de la ganadería en la zona, la tala de bosques, la minería y el establecimiento de infraestructura vial, también consideran que los diferentes sectores que tienen influencia e interés en la zona son vulnerables al cambio climático, algunos en mayor grado que otros.

... "Todos podemos percibir dichos cambios climáticos, los tiempos de sequías prolongadas afectan directamente los cultivos que en consecuencia perjudican los distritos de riego, la producción agrícola, la ganadería y el sector de los consumidores. En inviernos excesivos se hace notoria la baja producción de leche y en periodos prolongados de verano es peor. Cambia la distribución de las especies perjudicando su hábitat natural y generando migración de las mismas"...

...El manejo del agua en el sector productivo lo hacen más o menos vulnerables por la adecuación de tierras (riegos y drenajes). La tenencia y el manejo de las tierras, problemas socio económicos como vivienda, salud y educación...

...La falta de información acerca de cómo afecta el cambio climático a la diversidad biológica y socio cultural en los páramos hace más vulnerables a las especies y a las poblaciones a dicho fenómeno, el recopilar, sistematizar y analizar la información debe hacer parte de un programa de adaptación al cambio climático...

Lista de actividades priorizadas

La estrategia de adaptación para los páramos de Anaime, Chili y Hierbabuena, se planteó a partir de la recopilación y sistematización de las diferentes propuestas realizadas por los participantes en los talleres. Las acciones priorizadas para la estrategia de adaptación se enmarcan en los ejes definidos por el Convenio de Diversidad Biológica (Conocer, Conservar y Usar) y en los temas agua, desplazamiento de la fauna, humedales y sistemas productivos, relacionándolos además con los vacíos de información sobre el tema de cambio climático, identificados en los Planes de Acción Trienal de las corporaciones y los Esquemas de Ordenamiento Territorial de los municipios.

Tabla 10 Tema: Agua

Conocer	Usar	Conservar
Realizar un inventario del recurso hídrico existente (agua superficial y subterránea), para conocer oferta y demanda.	Usar el agua para el consumo humano, la agricultura, la explotación pecuaria, la industria, el transporte, la medicina y la terapéutica.	Adquirir predios por parte de los entes territoriales para la conservación del recurso hídrico (Art III, Ley 99 de 1993), para beneficio de acueductos comunitarios.
Recopilar y sistematizar los registros limnimétricos y pluviométricos de las diferentes estaciones que se encuentran en el área de influencia de los páramos. (Balance Hídrico).	Realizar campañas masivas de educación para optimizar, concienciar y racionalizar el uso del agua.	Realizar reforestaciones con especies protectoras, en las áreas donde nacen los cuerpos de agua para las comunidades.
Conocer los parámetros de calidad de agua para consumo humano (calidad física - química y bacteriológica).	Implementar tecnologías de almacenamiento (almacenar aguas lluvias).	Aislar los nacimientos de agua para no ser intervenidos.
Realizar un inventario de los usuarios del agua y los volúmenes utilizados.		
Conocer las diferentes tarifas del uso del agua.	Definir y aplicar políticas claras para el uso de agua (tasa retributiva, concesiones, vertimientos).	Poner en vigencia los Acuerdos y las Normas existentes en los municipios respecto a campañas de conservación – restauración.
Conocer las formas de contaminación del agua y la identificación de los puntos de contaminación.	Implementar sistemas para el manejo adecuado de toma y disposición del agua.	Acogerse a los convenios y tratados internacionales de conservación y uso del agua y la biodiversidad.
Identificar el marco normativo relacionado con el agua.	Crear organizaciones, juntas o asociaciones comunitarias para el manejo del agua.	Establecer viveros municipales y comunitarios con especies nativas.

Conocer	Usar	Conservar
Recopilar la información de las estaciones meteorológicas.	Fortalecer actores locales para la gestión del riesgo y resolución de conflictos.	Declarar áreas protegidas en ecosistemas estratégicos.
		Crear incentivos para la conservación (valoración de bienes y servicios ambientales) y establecimiento de alternativas para el tratamiento de aguas residuales.

Tabla 11 Tema: Sistemas Productivos

Conocer	Usar	Conservar
Realizar un inventario del tipo de productores, áreas de producción - tipos de cultivos.	Usar los sistemas de acuerdo a la vocación y necesidades locales, dándole aplicación a los POT.	Conservar y valorar los sistemas de producción, adaptados a las nuevas tecnologías.
Conocer los estudios estadísticos de la producción agropecuaria existente en la zona.	Usar tecnologías apropiadas, orgánicas y agroecológicas, para la producción agropecuaria (Producción limpia ligada a los POMCAS).	Desarrollar prácticas de conservación - uso y manejo del suelo.
Conocer el uso actual y potencial de los suelos.	Buscar el apoyo institucional para los productores agropecuarios.	Implementar los observatorios de desarrollo sostenible en la región.
Conocer las nuevas tecnologías y la tecnología local de producción.	Conocer las nuevas tecnologías y la tecnología local de producción. Fortalecer las organizaciones locales.	Fortalecer las organizaciones de base comunitaria - Organizaciones campesinas de cada tipo de productores.
Conocer el sistema de estímulos (apoyo y créditos - convocatorias de los ministerios relacionados con el sector productivo).	Realizar monitoreos de las cosechas.	Conservar la base genética de los sistemas de producción.
Conocer índices estadísticos de la pérdida de suelos.		Alternativas de reproducción de semillas nativas.
Caracterizar los sistemas productivos: tipo de suelo, qué se produce en la zona, otros.		
Elaborar el mapa de conflictos de uso del suelo.		
Conocer la relación entre sistemas productivos - ciclos biológicos (polinización, otros).		
Conocer y socializar experiencias de manejo sostenible exitosas.		

Tabla 12 Tema: Humedales

Conocer	Usar	Conservar
Realizar la caracterización de los humedales.	Cambiar el uso de los humedales ecoturismo - científico, etc.	Establecer acuerdos de manejo o servidumbres sociedad civil-Estado.
Conocer la capacidad de regulación y retención de agua.	Sensibilizar e involucrar a las autoridades y la comunidad en general.	Realizar estudios de valoración económica y ambiental.
Conocer el nivel de Gobernabilidad.	Gestionar recursos para su protección.	Realizar mantenimiento, monitoreo y vigilancia con entidades y población.
Conocer las experiencias de manejo exitosas en humedales.	Realizar control, Comité de vigilancia.	Declarar zonas de protección.
Conocer ¿Cómo afecta el cambio climático a los humedales?.	Ofrecer alternativas tecnológicas.	Realizar aislamiento de humedales, restauración ecológica.
Conocer la normatividad sobre humedales.	Diseño de propuestas para investigación, educación.	Desarrollar campañas educativas y comunitarias para la conservación de los humedales.

Tabla 13 Tema: Desplazamiento de la fauna

Conocer	Usar	Conservar
Recolectar la información existente y sistematizarla.	Realizar investigación, educación y turismo especializado.	Realizar alianzas interinstitucionales.
Caracterizar la fauna.	Realizar seguimiento o monitoreo.	Realizar programas de educación ambiental en escuelas y colegios urbanos y rurales.
Conocer el tipo de uso de los hábitat.	Fomentar el establecimiento de sistemas de producción sostenible.	Publicar la información recolectada en diferentes medios (reconociendo el trabajo de campo de los diferentes actores).
Determinar especies bioindicadoras de cambio climático y correlación al monitoreo climático.		Establecer comederos naturales.
Establecer conflictos de uso asociados a desplazamientos.		Delimitar y proteger los corredores biológicos.
Implementar un sistema de monitoreo, con indicadores de biodiversidad.		Declarar áreas protegidas sobre ecosistemas naturales.
		Generar procesos de restauración.

Arreglos necesarios para el desarrollo de acciones

La adaptación al cambio climático requiere para su desarrollo de diferentes estrategias, dentro de las cuales se encuentran, el fortalecimiento de actores sociales e institucionales en el tema de cambio climático, la incidencia política del tema y su comunicación y divulgación, además la recopilación, sistematización y análisis de las acciones que realizan las comunidades, que les están permitiendo adaptarse al cambio climático, como son, los sistemas sostenibles de producción, los programas municipales relacionados con el tema y las articulaciones institucionales que se vienen desarrollando.

Para ejecutar las acciones propuestas para la adaptación al cambio climático los participantes al proceso proponen:

- Generar un proceso educativo, que incluya la investigación y la acción en torno al tema de cambio climático.
- Recuperar los bancos genéticos de las diferentes especies productivas que se consumen en la región de alta montaña.
- Sistematizar la información de estudios sobre diversidad biológica recopilada en la zona.
- Monitorear la diversidad biológica.
- Socializar la información con los tomadores de decisión.
- Incluir el tema de cambio climático en los instrumentos de planificación ambiental y ordenamiento territorial, como Planes de Acción Trienal de las corporaciones, Esquemas y Planes de ordenamiento territorial.

Referencias

- Corporación Autónoma Regional del Quindío CRQ y otros. 2002. *Proyecto: "Conservación de Ecosistemas de Alta Montaña en la Cordillera Central, departamentos de Caldas, Quindío, Valle del Cauca y Tolima, un aporte a las Ecorregiones Estratégicas.*
- De Wilde & Sanabria. *Humedales del departamento del Quindío.* 1998. *Inventario preliminar.* Corporación Autónoma Regional de Quindío CRQ. Armenia, Quindío.
- Delgado, A. 2002. *Informe final componente socio cultural proyecto "Conservación de los ecosistemas de Alta Montaña en los departamentos de Caldas, Quindío, Valle del Cauca y Tolima, un aporte a las Ecorregiones estratégicas.*
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE-. 2005. *Censo General.* En: www.dane.gov.co.
- Fundación Ecológica Reserva Las Mellizas y otros. 2005. *Plan de Manejo para los ecosistemas de alta montaña del municipio de Génova, Quindío.*

- IUCN. 2001. *IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1*. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. ii + 30 pp.
- LV-Ingeniería Ltda. 2005. *Diagnóstico biofísico, socioeconómico y cultural de los páramos del municipio de Pijao, cuenca del río Lejos (incluyendo río Azul)*.
- Renjifo, L. M., A. M. Franco-Maya, J. D. Amaya-Espinel, G. H. Kattan y B. López-Lanús (eds.). 2002. *Libro rojo de aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- Rivera, L.F. Y M.P. Ramírez. 2005. Una extensión de la distribución del Tororoi Medialuna *Grallaricula lineifrons* (Fomicariidae) en Colombia. *Ornitología Colombiana* 3 (2005):76-79.
- World Wildlife Fund WWF Colombia – Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt IAvH. 2003. *Vacíos de Conservación del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia desde la perspectiva Ecorregional*.

Síntesis de las discusiones de las mesas





Mesas de Trabajo sobre Vulnerabilidad, Adaptación y Monitoreo

Animación de las mesas y edición del texto de síntesis:

LORENA FRANCO VIDAL Y GERMÁN I. ANDRADE



El taller trabajó dos mesas, que por motivos metodológicos se separaron en los temas de vulnerabilidad, adaptación y monitoreo. Por el carácter tan relacionado, fue evidente que en ambas mesas se tocaron parcialmente asuntos que tienen que ver con los tres temas. A continuación se presenta un texto basado en todas las contribuciones y reflexiones recogidas en las relatorías de las dos mesas, posteriormente editado, buscando darle así una integralidad. Los temas se discutieron con base en preguntas orientadoras.

Vulnerabilidad

¿Qué factores o características de los sistemas ecológicos y sociales en los páramos y bosques andinos acentúan su vulnerabilidad ante CCG?

Factores referentes al funcionamiento del ecosistema⁵¹

La mesa identificó factores de funcionamiento de los ecosistemas relacionados directamente con el clima (temperatura y precipitación), que determinan aspectos tales como la distribución al-

51. Presentados para fines de análisis por separado los factores del funcionamiento “natural” y aquellos producto de la acción humana.

titudinal del páramo y el bosque, y ecotonos significativos como el marcado por límite superior del bosque. La ubicación espacial de estos ecosistemas, en escenarios de cambio climático, se vería tensionada, por el cambio en la distribución altitudinal de las condiciones climáticas que los determinan. En este sentido se enfatizó la estrecha dependencia de los bosques de niebla con requerimientos de condensación y humedad en franjas altitudinales definidas, señalando que en escenarios de cambio climático podrían presentarse modificaciones a los fenómenos de la lluvia horizontal en cantidad o importancia relativa, y su desplazamiento altitudinal. Igualmente se hizo notar que en la escala del paisaje se presenta una relación entre la estructura espacial de los ecosistemas en los gradientes altitudinales y la heterogeneidad de los suelos, a través de niveles de saturación de agua. Esta heterogeneidad espacial se vería afectada por cambios en la disponibilidad del agua.

Tanto en la escala regional como de paisaje, de manera notoria en la alta montaña, se presentan especies con patrones de distribución restringida, o requerimientos ambientales muy específicos; lo cual determina una alta vulnerabilidad que aumenta el riesgo de extinción ante cambios de condiciones climáticas. En particular, porque la amplitud de los cambios climáticos parece mayor en las partes más altas de las cordilleras. La vulnerabilidad sería menor cuando hay continuidad topográfica o ecológica en las vertientes, lo cual facilitaría el desplazamiento de las especies en gradientes modificados del clima. Los cambios en el ecosistema podrían además implicar modificaciones en los ciclos de vida de las especies, afectando procesos como su capacidad reproductiva, polinización o dispersión de semillas. Un factor a considerar sería la pérdida o afectación de hábitats o componentes clave del hábitat de algunas especies.

El cambio ambiental en los ecosistemas tiene un efecto directo en la existencia o disponibilidad de los servicios que éstos prestan a la sociedad. En particular, la preocupación gira en torno a la oferta y calidad del recurso hídrico, la capacidad de la cobertura vegetal modificada para retener humedad e incorporarla al suelo, la capacidad productora y reguladora del agua en las cuencas, y el riesgo geomorfológico por activación de zonas potencialmente inestables con acentuación de erosión o eventos de deslizamientos.

Factores referentes a la acción humana

La vulnerabilidad en ecosistemas naturales o seminaturales (aquellos con apariencia natural pero que son producto de la intervención humana) se ve además afectada por la acción humana directa, manifiesta en la transformación de los ecosistemas su fragmen-

tación, o cambios en la matriz de los bosques en patrones de mosaico. Hay actividades de extracción asociada con estos procesos, tales como la tala para obtención de leña para consumo doméstico, madera para cercas o la producción de carbón. En las partes más altas de las montañas, especialmente se manifiesta el sobrepastoreo y las quemadas para la renovación de la pastura, el drenaje de humedales y la introducción de especies exóticas que se vuelven invasoras. La agricultura es responsable de la adición de nutrientes en fuentes, lo cual lleva a la eutrofización de cuerpos de agua.

La pobreza de los pobladores rurales se identificó como una causa de esta situación, pues las comunidades que dependen directamente de los ecosistemas para su supervivencia presionan los recursos, en ocasiones degradan los ecosistemas y ponen en riesgo algunos servicios ecosistémicos que benefician a los habitantes de centros urbanos o zonas bajas. También en algunas regiones hay problemas de orden público, o conflictos, y la presencia de fuerzas armadas o batallones de alta montaña generan nuevos impactos ambientales. De lo anterior, no están excluidas algunas de las áreas protegidas más estratégicas en la zona andina colombiana.

En general no hay equidad en la sociedad en la distribución de los beneficios y costos asociados con el uso o conservación de los espacios protegidos, lo cual tiene consecuencias sociales, tales como la migración de jóvenes por falta de oportunidades, conllevando el abandono o cambio en los patrones de poblamiento en los territorios. Puede haber además pérdida de valores culturales comunitarios, de conocimiento tradicional o memoria cultural. Parte de esta memoria cultural tiene un potencial que podría ser clave como factor social de la resiliencia de los ecosistemas en el proceso de manejo adaptativo. Algunas poblaciones dirigen sus intereses y valores hacia el consumismo urbano o el individualismo, generando un vacío social en los ecosistemas, de carácter estratégico, que las instituciones o sectores interesados en su conservación no logran llenar.

El cambio social en estos territorios, frecuentemente produce además aumento de la presión sobre los bosques (colonización o cambio de uso de la tierra) o cambio en los sistemas productivos; frecuentemente se observa la implantación de ganaderías, plantaciones forestales o agricultura comercial. Esto es especialmente importante cuando hay cambio hacia sistemas productivos que tienen mayores demandas sobre el agua. Cambia también la relación entre estos espacios y los centros urbanos, desde donde puede venir más presión por los recursos, urbanización o desarrollo de industria o requerimientos de conservación de fuentes de aguas. También se observan casos de abandono y regeneración de coberturas.

Son notorias las debilidades de las iniciativas de conservación, falta de incentivos efectivos para la gestión privada y conflictos no resueltos con las autoridades de conservación y las comunidades allí presentes. Hay un limitado gobierno y escasa gobernanza de los ecosistemas y recursos naturales, falta conocimiento sobre estado de la propiedad y claridad sobre sistemas de acceso y control sobre los recursos y espacios. Esto lleva a la marginalidad o informalidad, cuando no ilegalidad en la población asentada.

Una preocupación especial se hizo notar en relación con la vulnerabilidad de los sistemas productivos de la alta montaña. Éstos presentan bajos rendimientos en producción agropecuaria o dificultades de acceso a los mercados, lo cual genera una alta vulnerabilidad de base; en especial los de secano (p. ej. el caso de la selva alta peruana), que tienen una dependencia directa de los factores del clima, siendo extremadamente vulnerables a sus cambios. También cultivos en las vertientes, como el café que, por ejemplo, en la selva alta peruana aparece muy vulnerable a los cambios en las precipitaciones, la estacionalidad de las lluvias y la distribución anual del brillo solar, pues ciertas variedades tienen requerimientos precisos de humedad y sombra. Para algunos, sin embargo, el cambio climático podría representar una oportunidad, en la medida en que las condiciones de algunos sistemas productivos o cultivos se podrían ver aumentadas al cambiar las condiciones agro-climáticas en las montañas.

En los procesos de gestión que se presentan en estos espacios (áreas protegidas, manejo de cuencas, etc.), falta una visión clara de la participación y son escasos o inadecuados los espacios de concertación. No hay un enfoque claro o unificado frente a los fenómenos de cambio, u otras causas de transformación y pérdida de biodiversidad. Esto también se relaciona con la falta de entendimiento acerca del fenómeno del cambio climático y de la magnitud de su importancia en la alta montaña. Frecuentemente hay falta de armonización entre las políticas de la agricultura, algunas veces expresadas entre los ministerios y agencias ambientales; desarticulación de la gestión público-privada, y debilidad de las organizaciones locales (juntas de acción comunal, de administración de acueductos veredales, entre otras). Estas situaciones impiden una gestión adecuada de los territorios y del uso de los servicios de los ecosistemas, y por el contrario acentúan su vulnerabilidad ante el fenómeno climático.

¿Qué aspectos de los sistemas ecológicos y sociales se deberían conocer para desarrollar la gestión integrada en escenarios de cambio climático, en los ecosistemas de alta montaña?

Sobre los sistemas biofísicos

No se han construido escenarios climáticos a escala semi o detallada para la alta montaña, y aquellos que existen en nivel más general, no están disponibles para quienes toman las decisiones en estos territorios. En las discusiones de la mesa hubo consenso sobre el limitado conocimiento del ciclo hidrológico. En algunas regiones, el conocimiento sobre la historia local del clima es muy escaso o ausente. Los aspectos bióticos de la alta montaña, a pesar de un gran acervo de conocimiento descriptivo (composición o estructura de ecosistemas o comunidades bióticas), acusan un grave vacío de conocimiento de aspectos funcionales. Con todo, es notorio todavía un conocimiento limitado de la distribución básica de las especies endémicas, o con distribución restringida a la alta montaña, y en especial aquellas que ya presentan un alto riesgo de extinción. Poco puede decirse sobre la relación en estado natural del clima y la biota y los ciclos de vida de las especies, sus movimientos o migraciones, salvo su dinámica ecológica básica. Falta conocimiento sobre los impactos del clima en la biota, y muy especialmente a nivel edáfico.

Las relaciones biofísicas y los aspectos socio-económicos

Existe un vacío muy importante acerca del conocimiento de la dinámica de los sistemas productivos, y la relación entre cambios en los usos del suelo y su relación con los procesos ecológicos, tales como el ciclo hídrico y del carbono —en especial en páramos y bosques—, la dinámica de los ecosistemas y el papel de especies clave para su funcionamiento. Generar o hacer disponible el conocimiento de la relación entre el cambio climático y la disponibilidad o calidad de los servicios de los ecosistemas, es un aspecto central.

Se percibe que hay muy poca investigación acerca de las percepciones o conocimientos de las comunidades locales asentadas en esos territorios sobre la variabilidad o cambio climático, y cómo sus prácticas actuales o pasadas pueden o no ser la base de la adaptación. En particular, un diálogo de saberes entre los habitantes locales, conocedores y la academia.

Se nota una escasa investigación aplicada en temas sociales como la cultura, la organización y la relación de las comunidades locales con los gobiernos locales, regionales o nacionales. Se vio como muy

importante conocer las especies forestales disponibles según su resistencia a cambios en la dinámica del suelo, o los factores ecológicos básicos en los sistemas productivos. En particular, la emergencia de nuevas patologías en la región, o el cambio de distribución en los pisos altitudinales.

Un tema central del conocimiento necesario tiene que ver con la planificación o el ordenamiento de los territorios, sus instrumentos y relaciones en diferentes escalas, como base para ajustarlos en escenarios de cambio; en especial, una visión de investigación que permita integrar conocimientos y develar la dinámica conjunta de los sistemas ecológicos y sociales, base para una gestión ante el CCG.

Es necesaria la investigación acerca de las relaciones e impactos de las políticas públicas en la alta montaña, para conocer su grado de incidencia, como base para reforzar la gobernabilidad ambiental de estos territorios. En general, hace falta claridad sobre misiones, visiones, y competencias institucionales en el ámbito local y regional. En especial, para poder plantear adecuadamente las acciones locales de adaptación.

Adaptación

¿Cuáles deberían ser los objetivos y objetos de adaptación ante el cambio climático global?

En general, se presentó un énfasis en objetivos de adaptación que involucran la disponibilidad de recursos naturales para las comunidades de la alta montaña, en temas como su seguridad alimentaria y los sistemas productivos. El foco de servicios ambientales, o ecosistémicos, involucra más actores de la sociedad, en especial los grupos humanos que usan el agua en las tierras más bajas.

También se identificaron objetivos de adaptación que vinculan objetos de conservación ya reconocidos o en proceso actual de gestión, tales como especies “focales” o áreas protegidas de alta montaña. Se hizo énfasis en los escenarios de extinción de especies que se dibujan con el cambio climático en la alta montaña, en especial sobre especies con rangos restringidos de distribución.

Para ambos conjuntos de objetivos se mencionó la necesidad de contar con políticas más flexibles, que además permitan fortalecer la participación ciudadana y la generación de alianzas con actores sociales. En general, se observa una escasa conceptualización y reflexión acerca de la formulación de objetivos de adaptación, de recursos naturales u objetos de conservación, para el beneficio de las

comunidades, pero dentro del marco de funcionamiento de los ecosistemas.

¿Cómo se lograría un balance en las respuestas adaptativas de corto y mediano plazo y la construcción de la resiliencia ecológica y social en plazos mayores?

En general, hubo acuerdo en que la reducción de la presión sobre los ecosistemas de alta montaña es un factor principal de la respuesta adaptativa. Un esquema claro de ordenamiento del territorio sería fundamental en este sentido, siempre y cuando pueda verse influido con contenidos específicos dirigidos a la adaptación frente al cambio climático. Para ello sería necesario contar con análisis de las tendencias de ocupación, uso o transformación de los ecosistemas de alta montaña. El nuevo ordenamiento debería incluir acciones dirigidas a disminuir procesos de urbanización que presionen los ecosistemas altos andinos.

La disminución de la presión puede darse por medio de acciones en los ecosistemas naturales, tales como el fortalecimiento de las áreas protegidas, incluyendo algunas que permitan el uso sostenible de ecosistemas o recursos naturales (Categoría VI) según sea apropiado, y el refuerzo de la gestión en sistemas de áreas protegidas con gestión local o regional.

Las intervenciones en los ecosistemas naturales pueden dirigirse hacia el mejoramiento de la conectividad o la restauración ecológica en áreas sensibles o importantes, en escala local o regional. En general los sistemas de áreas protegidas deben considerar no sólo los valores actuales de conservación (naturalidad), sino su contribución a la adaptación, es decir visualizarse en escenarios futuros de cambio.

Un conjunto importante de intervenciones deben darse en torno a los sistemas productivos, incluyendo su mejoramiento a través de sistemas silvopastoriles, o la aplicación de herramientas de manejo de biodiversidad en paisajes rurales, o la búsqueda de sistemas nuevos o alternativos, cuando sea necesario.

La planificación y el ordenamiento del territorio, cuando el objetivo social central es el agua, puede integrarse con un enfoque de cuenca, habida cuenta de la importancia de este recurso en la alta montaña. Sin embargo, es importante concretar otros esquemas de planificación espacial y otras escalas de intervención, cuando los objetivos se formulan en relación con objetos de conservación o un estado del ecosistema. La adaptación puede facilitarse además si se vincula con los sistemas de prevención o atención de desastres,

dando una nueva mirada a los asentamientos humanos de la alta montaña. Éstos podrían además contribuir de manera más integral al fenómeno, mediante el establecimiento de esquemas de energía alternativa, tales como pequeñas centrales hidroeléctricas y de reducción de contaminación y desechos, mejorando la habitabilidad en los asentamientos humanos. La acción local, casi siempre definida con un plazo corto, debería complementarse en una perspectiva de largo plazo; buscando ante todo que las respuestas sean sostenibles, para lo cual se debe buscar su integración con objetivos de desarrollo. El fortalecimiento de actores en su capacidad de enfrentar el CC es fundamental; no sólo aumentando su conciencia y conocimiento, sino su capacidad de toma de decisiones dirigidas hacia la adaptación. El monitoreo participativo es una herramienta muy útil para entender mejor los procesos, a la vez que se los actores locales resultan empoderados.

Del lado del sector público es claro que se necesitan más recursos para multiplicar la presencia y gestión en la alta montaña; pero de otra parte éstas no serían suficientes si no hay fortalecimiento de mecanismos de participación de la sociedad, en especial cuando hay interés por la conservación, tal como las reservas privadas o de la sociedad civil (Caso Resnatur en Colombia). La participación de la sociedad no será sólo movilizadora a través de la conciencia pública, sino con la generación y aplicación de herramientas e incentivos que permitan disminuir efectivamente la presión sobre los ecosistemas. El pago por servicios ambientales podría ser una de ellas.

Es evidente que la sociedad debe involucrarse más en lo que sería la construcción social de objetivos de adaptación, que por su naturaleza deben ser múltiples o equilibrados.

Monitoreo

Conocimiento e información

La adaptación ante el CC se gesta en un ambiente de poco conocimiento de los procesos básicos en los ecosistemas, de tal suerte que hay alta incertidumbre en el impacto sobre los mismos y el efecto de las respuestas humanas. Esto dificulta enormemente poder contar con un conjunto básico de indicadores fidedignos y adecuadamente validados, sobre los cuales sentar el seguimiento de los cambios. Los vacíos de conocimiento se refieren a asuntos básicos centrales, como el ciclo hídrico en la alta montaña, los regímenes de precipitación, infiltración, caudales, el papel de la vegetación en la entrada de

agua (lluvia horizontal) y los balances hídricos. Hay también enormes vacíos sobre los aspectos bióticos, tales como la distribución de las especies, su historia natural y en especial sus requerimientos fisiológicos, y la capacidad de respuesta ante cambios que superen los umbrales en los que es posible su adaptación.

Con todo, es tal vez aún más notorio el vacío de conocimiento sobre la dinámica de los sistemas socioecológicos de la alta montaña, limitando enormemente cualquier avance sobre su eventual devenir en escenarios de cambio global acentuado. En este sentido, urge conocer de manera más exacta cuál es la vulnerabilidad diferencial de los sistemas ecológicos y sociales de la alta montaña, y cómo los regímenes de perturbación natural de los ecosistemas se verían modificados por el cambio ambiental. Un tema central en este sentido en estos ecosistemas es el papel del fuego en la dinámica sucesional de los ecosistemas, su relación con las invasiones biológicas y la provisión de algunos de los servicios ambientales. Los indicadores deberían integrar la dinámica ecológica y la acción humana.

El monitoreo de la biodiversidad debería poner especial atención en la definición de indicadores relacionados con aspectos funcionales, tales como el efecto sobre especies clave o estructurantes de los ecosistemas, o aquellas particularmente sensibles que pueden servir de indicadores de los cambios, como hongos, especies invasoras; sin olvidar por supuesto los recursos biológicos. La capacidad de respuesta temprana de algunas especies, y sus posibilidades de desplazamiento (en escala temporal corta, esto es unos 20 años) deberá ser tomada en cuenta. Algunos grupos como líquenes, briofitos o especies polinizadoras o dispersoras, podrían usarse como indicadores; y su valor en este sentido debe consolidarse con base en estudios dirigidos para este fin. El monitoreo en gradientes ambientales (climáticos, topográficos, etc.) de corta distancia, fue reconocido como de particular importancia. Especial atención se debe dar a aquellos procesos de monitoreo actual de la respuesta de las especies al CC, de manera que los diseños experimentales y resultados puedan usarse para interpretar cambios en los patrones de diversidad en las escalas espaciales de manifestación alfa, beta y gama.

Un reto para el conocimiento y el monitoreo es la integración entre escalas, pues las respuestas serán principalmente a escala local. Además, de acuerdo con los objetivos planteados, será necesario conocer la efectividad de las herramientas de adaptación; en el caso de la biodiversidad será importante conocer el impacto de los corredores, o la funcionalidad del ordenamiento del territorio frente a los nuevos objetivos de adaptación. Se propone la definición de sitios piloto de adaptación, para en ellos integrar el conocimiento

local con el científico. En este sentido, se señaló que los procesos de monitoreo ligados con el cambio de prácticas productivas, adelantados por Cipav, integran actualmente algunos indicadores de biodiversidad, agua y ciclo de carbono, con desarrollos metodológicos a nivel predial, los cuales se podrían leer como una “contribución” a la adaptación y podrían ser validados en escenarios de CC.

El monitoreo debe ser integral, con foco específico en atributos de los socio-ecosistemas, especialmente sensibles o vulnerables al cambio, y en un sistema multiescala, desde parcelas experimentales (representativas) hasta escalas de paisaje.

Contar con una línea de base regional, como referencia para el monitoreo, es asunto de especial urgencia, que requeriría la organización de la información ya disponible y su organización mediante un marco conceptual general que permita integrar los aspectos de amenaza, vulnerabilidad, capacidad de adaptación, transformación, así como el seguimiento de las respuestas.

Otros temas que requieren énfasis especial

En el marco general de reconocimiento de la especial vulnerabilidad de los sistemas ecológicos y sociales de las montañas tropicales, se entiende que incluso escenarios más optimistas (duplicación de CO₂ en la atmósfera) serían virtualmente críticos para la región. El monitoreo de los sistemas socioecológicos altoandinos, se constituye así en una prioridad global, que debe ser recalcada por los actores involucrados en los escenarios correspondientes. Especial foco se le deberá dar al cambio en los servicios ecosistémicos, en las escalas espaciales apropiadas que integran sus principales usuarios. También es importante monitorear cómo el cambio ambiental global modifica el riesgo ambiental (desastres, plagas, etc.) y su percepción en la sociedad.

El monitoreo de la diversidad biológica, con énfasis en las especies con algún riesgo actual de extinción, y todas aquellas que puedan ver su situación de amenaza con el cambio climático en marcha, debe dársele toda la prioridad en las agendas nacionales y regionales, así como en la cooperación internacional. Muy especialmente se percibe en la región la necesidad de definir cuáles serán esos “escenarios de extinción” más probable, revisando la concepción anterior de *hotspots*, ecorregiones prioritarias, etc., a la luz del cambio ambiental global. En el corto plazo sería de particular importancia tener elementos para entender los patrones generales de pérdida diferencial de especies en los ecosistemas andinos tensionados.

El monitoreo de los ecosistemas, en particular en el contexto de los cambios inducidos por la acción humana, como la frecuencia de quemas o incendios en la vegetación, y el monitoreo de los esfuerzos de adaptación, se constituye en un punto central.

El monitoreo que se hace de elementos de la biodiversidad debe diferenciar claramente los alcances en cuanto a las escalas espaciales y la estructura espacial de la diversidad (alfa, beta y gama), de manera que pueda relevarse claramente la utilidad de trabajo en parcelas, que de otra manera resultan ser demasiado pequeñas (como las de la iniciativa Gloria), para señalar cambios en fenómenos en escalas superiores.

El tema de las especies amenazadas adquiere especial importancia, y en este sentido el monitoreo del grado de amenaza. Hay además necesidad de definir variables relacionadas entre lo biofísico y lo sociocultural, con énfasis en aquellas que representen los procesos de adaptación definidos. La memoria cultural de adaptación, y una “modelación hacia atrás” con base en el estudio de la historia ambiental de los sitios, serían de gran utilidad para ampliar el entendimiento de las relaciones entre la sociedad y sus entornos. Por supuesto, deberían estar presentes en los protocolos de monitoreo las especies que son parte de la forma de vida de las comunidades y los procesos que permitan entender cómo estas comunidades se vienen adaptando, a través de respuestas en sus prácticas culturales. El monitoreo además es un elemento que refuerza la participación y el empoderamiento de los actores locales.

El seguimiento de los cambios en la alta montaña no es sin embargo independiente de lo que se deba monitorear en ecosistemas aledaños, como la Amazonia (en especial la Amazonia andina), los valles interandinos y sus vertientes.

El monitoreo del CC debe incluir a nivel nacional temas económicos y sociales de mayor alcance. Por ejemplo, es sabido que el fenómeno de El Niño tiene en los países de la región un efecto importante sobre el PIB (se mencionó que éste podría ser de entre 0.5 y 2,0%), que se vería acentuado con el cambio ambiental global. Los daños económicos pueden ser sobre infraestructura, producción agropecuaria, cambio en la disponibilidad de servicios ecosistémicos, etc. Se mencionó que la Cepal tiene interés en la elaboración de un informe sobre los costos del CC en la región (siguiendo los lineamientos del Stern).

Instituciones y redes

De particular importancia para los asistentes fue proponer que las estrategias de adaptación del CC, que requieren de novedosos procesos de conocimiento y monitoreo, se articulen con las instituciones y redes existentes referentes a temas ambientales o sociales generales, dándole así el valor agregado de adaptación.

Se reconoce que en la región hay capacidad técnica y científica en instituciones, así como especialistas o interesados, con quienes es posible construir mejores conceptualizaciones. Sin embargo, en la mirada sobre los ecosistemas de alta montaña, hay una debilidad en cuanto a la participación de las ciencias sociales, y el dialogo entre disciplinas.

En este sentido se identificaron algunas instancias, tales como el área de medio ambiente de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), cuya agenda ambiental andina tiene interés en recursos hídricos (glaciares y agua), desastres naturales, etc.

La adaptación de las estructuras institucionales o legales aparece como una dimensión poco considerada en las discusiones, pero que sin duda podría ser de particular relevancia como apoyo a los procesos adaptativos de las sociedades de la alta montaña.

En fin, es claro que la región requiere de un Plan de Acción específico sobre CC, incluyendo y en lo posible integrando las dimensiones de mitigación, vulnerabilidad y adaptación. Se recomienda en este sentido que las agencias de cooperación internacional y las ONG ambientales o sociales con presencia internacional, contribuyan a la formulación y ejecución de una estrategia regional de adaptación al CC.

Palabras de cierre

LUIS GERMÁN NARANJO



Independientemente de sus alcances, logros o limitaciones, las experiencias recogidas en este taller representan el estado del arte de la adaptación al cambio climático en los ecosistemas de alta montaña del norte de los Andes. Dado que el tema emerge como un área relativamente nueva para la gestión de los ecosistemas, la idea de crear una red de aprendizaje es una de las recomendaciones más poderosas que aprendimos estos dos días. Es importante apreciar las distintas escalas de trabajo expuestas en el taller, lo mismo que las iniciativas de “adentro hacia afuera”, y “de afuera hacia adentro”. Sin embargo, es clara la necesidad de integrar los niveles de aproximación al tema de adaptación. La definición de los objetos de adaptación (quiénes) y los impactos específicos a los cuales éstos se enfrentan (qué), es fundamental y debe verse con cautela para que no se convierta en una nueva fuente de conflictos ambientales. Las medidas de adaptación deben ser, obligatoriamente, espacios de diálogo intersectorial. No se trata de un tema exclusivo de ningún gremio en particular sino una responsabilidad compartida en la que es necesario negociar intereses, ceder espacios e imaginar escenarios inesperados para la gestión ambiental. En este mismo sentido, resulta evidente la todavía limitada integración de los análisis de

vulnerabilidad y el diseño de planes de adaptación con otros frentes de trabajo. Es urgente continuar promoviendo esa integración balanceada de la investigación, el monitoreo y el manejo adaptativo desde una verdadera perspectiva ecosistémica. En el proceso de desarrollar medidas de adaptación, es saludable reconocer algunas limitaciones, pero no cerrarse el camino con ellas.

Anexo

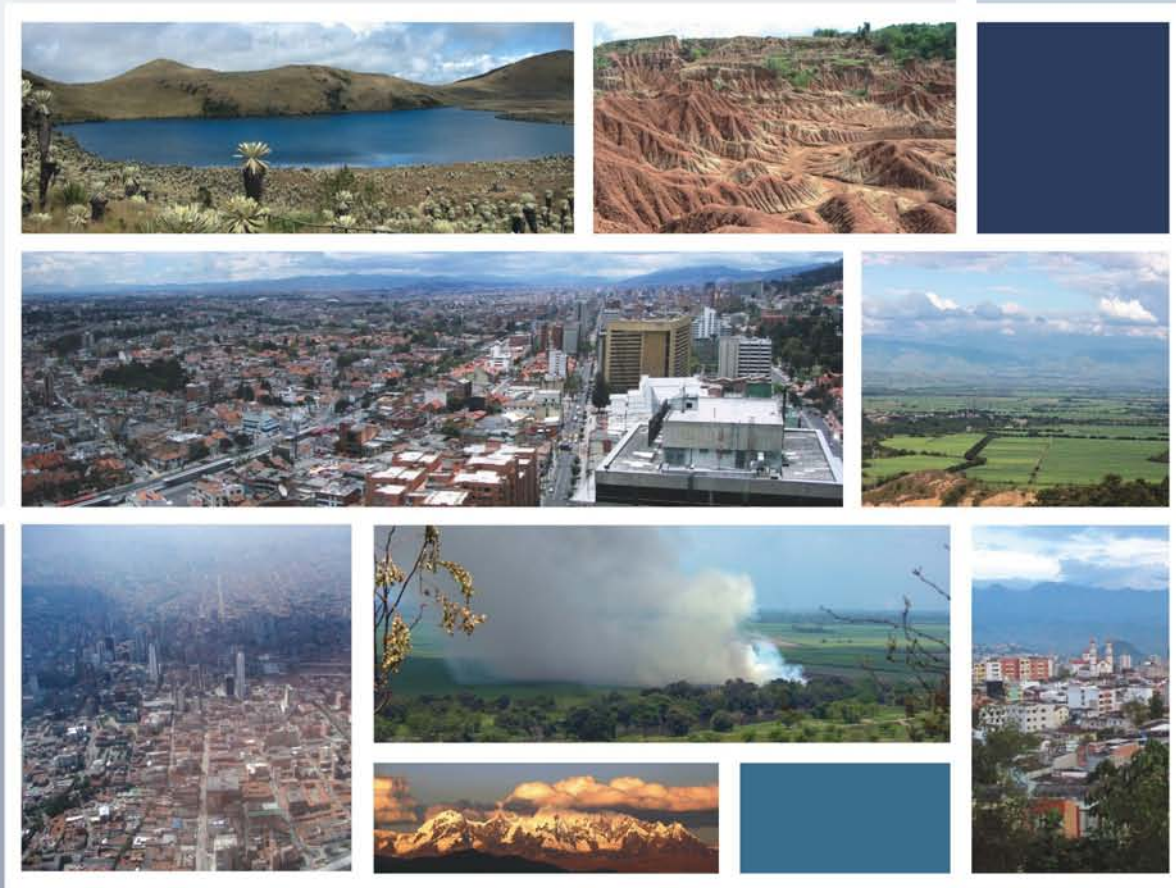
Lista de asistentes

Institución	Nombre	Correo electrónico
Comunidad Andina (CAN)	María Teresa Becerra	MBecerra@comunidadandina.org
Condesan	Francisco Cuesta	f.cuesta@cgiar.org
Conservación Internacional -Colombia	Nicolás Urbina	
Conservación Internacional / Ideam	Angela Andrade	aandrade@conservation.org
Delegación de la Comisión Europea en Colombia	Johny Ariza	johnyariza@eu.europa.eu
Corporación Autónoma Regional de Caldas	Wilford Rincón	wilfordrincon@corpocaldas.gov.co
Corporación Autónoma Regional de Nariño	Fernando Burbano	mauricioramos@corponarino.gov.co
Corporación Autónoma Regional de Nariño	Mercedes Torres	mercedes-torres@hotmail.com
Corporación Autónoma Regional del Quindío	Carlos Alberto Franco Cano	
Corporación Autónoma Regional del Quindío	José Manuel Cortés	jmaco@une.net.co
Corporación Autónoma Regional del Risaralda (Carder)	Alberto Arias Dávila	aarias@carder.gov.co
Corporación Autónoma Regional del Risaralda (Carder)	Erika Nadashosky	
Corporación Autónoma Regional del Risaralda (Carder)	Humberto Tobón	humbertotobon@gmail.com
Corporación Autónoma Regional del Tolima	Consuelo Carvajal	consuelocarvajal@cortolima.gov.co

Institución	Nombre	Correo electrónico
Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC)	María Isabel Salazar	maria-isabel.salazar@cvc.gov.co
Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia (Corpoamazonia)	Mauricio Valencia	mvalencia@corpoamazonia.gov.co
Corporación Randi	David Suárez	davsua@gruporandi.org.ec
Corporación Reconocer	Doris Lucía Ruales	dlucia60@yahoo.es
Departamento Nacional de Planeación DNP	Óscar Guevara	oscaraato@gmail.com
Fundación Humedales	Germán Andrade	giandrdep@yahoo.com
Fundación Humedales	Lorena Franco	lfranco@fundacionhumedales.org
Fundación Las Mellizas	Mónica Ramírez	zzmonica80@yahoo.es
Fundación Libélula - Comunicación, Ambiente y Desarrollo	Maite Cigarán T.	maite.cigaran@libelula.com.pe
Fundación Natura Colombia	Clara Solano	elsamescobar@natura.org.co
Fundación Natura Colombia	Luis Mario Cárdenas	
Fundagüiza	Cristian Flórez	gcantillof1@yahoo.es
Fundagüiza	Luis Fernando Mora	lfernandom2003@yahoo.com
Fusagasugá	Margarita Gómez Parra	margaritago@hotmail.com
Ideam	Klaus Shutze	elcaminante@etb.net.co
Ideam	Franklin Ruiz	franruiz@ideam.gov.co
Ideam	Martha Duarte	mduarte@ideam.gov.co
Ideam - INAP / CI	María Mercedes Medina	mmercedes.medina@ideam.gov.co
Ideam	Mauricio Cabrera	mcabrera@ideam.gov.co
Ideam	Mónica Cuéllar	moni@ideam.gov.co
Ideam	María Fernanda Ordóñez	mafeordonez@gmail.com
Ideam / INAP	Héctor Fabio Mafla	mafla64@hotmail.com
Ideam / INAP	José Villa Triana	villetg@ideam.gov.co
Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt	María Paula Quiceno	mayapaula@msn.com
Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt	Carlos Tapia	
Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt	María Isabel Vieira	mivieira@humboldt.org.co

Institución	Nombre	Correo electrónico
Ministerio del Ambiente de Ecuador	Fausto Alarcón	falarcon@ambiente.gov.ec
Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Jason García	jason.garcia@dgr.gov.co
Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Nestor Roberto Garzón	nestorgarzon@hotmail.com
Parques Nacionales Naturales de Colombia	Marcela Ruiz	manuelaruiz05@yahoo.fr
Planeación Ambiental	Margarita Pacheco	margapacheco@gmail.com
Planeación Ambiental	Marina Gómez	
PNUD	Claudia Aydee Capera Layton	claudia.capera@pnud.org.co
Corporación Reconocer	Verenice Sánchez	
Representante Mesa del Caquetá / PNN	Jairo Plaza	
Representante Mesa del Putumayo / F. Opción Putumayo	Javier Burbano	jgburbano@gmail.com
Secretaría Distrital de Ambiente	Patricia Velasco	despacho@secretariadeambiente.gov.co
Secretaría Distrital de Ambiente	Keidy Robinson	
Secretaría Distrital de Ambiente	Marisol Rodríguez V.	
Secretaría Distrital de Ambiente	Adriana Ximena Acosta A.	adrianaximena40@hotmail.com
Semillas de Agua	Jorge Rubiano	jrubiano38@hotmail.com
WWF Colombia	Carmen Ana Dereix	cadereix@wwf.org.co
WWF Colombia	César Freddy Suárez	cfsuarez@wwf.org.co
WWF Colombia	Juio Andrés Ospina	jaospina@wwf.org.co
WWF Colombia	Luis Germán Naranjo	lgnaranjo@wwf.org.co
WWF Colombia	Gaelle Espinosa	politica@wwf.org.co
WWF Colombia	Ximena Barrera	
WWF Perú	José Luis Mena	Jl.Mena@wwfperu.org.pe
WWF UK	Hannah Williams	





Fotos: César F. SUÁREZ, Luis Germán NARANJO / WWF Colombia y Brent STIRTON / Getty Images / WWF UK

EXPERIENCIAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN ECOSISTEMAS DE MONTAÑA EN LOS ANDES DEL NORTE

