





# INFORME DEL ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES

2010



Libertad y Orden  
Ministerio de Ambiente y  
Desarrollo Sostenible  
República de Colombia



IDEAM



INVAMAR



Instituto  
amazónico de  
investigaciones científicas  
SINCHI

Fotografía: María Margarita Gutiérrez Arias

**JUAN MANUEL SANTOS CALDERÓN**

Presidente de la República

**FRANK JOSEPH PEARL GONZÁLEZ**

Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible

**SANDRA BESSUDO LION**

Alta Consejera Presidencial para la Gestión Ambiental, Biodiversidad, Agua y Cambio Climático

**ADRIANA SOTO CARREÑO**

Viceministra de Ambiente

**RICARDO JOSÉ LOZANO PICÓN**

Director General

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM

**MARGARITA GUTIÉRREZ ARIAS**

Subdirectora de Estudios Ambientales - IDEAM

EDITORES

**Carolina López Miranda**

**Max Toro Bustillo**

DISEÑO DE LA CARÁTULA

**Grupo de Comunicaciones - IDEAM**

FOTOGRAFÍAS DE LA CARÁTULA

**Parque Nacional Natural El Cocuy - Eduardo Andrés Tobón Queceno**

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

**Imprenta Nacional de Colombia**

Bogotá - Colombia

IMPRESIÓN Y ACABADOS

**Imprenta Nacional de Colombia**

Bogotá - Colombia

Publicación aprobada por el Comité de Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM

Septiembre de 2011, Colombia

Distribución gratuita

ISBN: 978-958-8067-35-3

CÍTESE DENTRO DE UN TEXTO COMO

IAvH, IDEAM, IIAP, INVEMAR, SINCHI, 2011.



CÍTESE EN UNA LISTA DE LITERATURA COMO

IAvH, IDEAM, IIAP, INVEMAR, SINCHI, 2011. Informe del Estado del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables 2010. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Bogotá D.C., Colombia. 384 p 2011. Todos los derechos reservados. Los textos pueden ser usados parcial o totalmente citando la fuente. Su reproducción total debe ser autorizada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Esta edición tiene en su origen un carácter colectivo y contó con el aporte de numerosos investigadores y de entidades públicas y privadas. El IDEAM actúa en su condición de editor general, pero los juicios e ideas no son de su entera responsabilidad.

Impreso en Colombia – Printed in Colombia



**Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible**  
**Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM**

---

**RICARDO JOSÉ LOZANO PICÓN**

Director General

**CAROLINA CHICHILLA TORRES**

Secretaria General

CONSEJO DIRECTIVO

**FRANK JOSEPH PEARL GONZÁLEZ**

Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible

**LUIS ALFONSO ESCOBAR TRUJILLO**

Representante de las CAR

**GERMÁN CARDONA GUTIÉRREZ**

Ministro de Transporte

**ÓSCAR JOSÉ MESA SÁNCHEZ**

Representante del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

**HERNANDO JOSÉ GÓMEZ RESTREPO**

Director Departamento Nacional de Planeación - DNP

**JORGE BUSTAMANTE ROLDÁN**

Director del Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE

DIRECTIVAS

**MARGARITA GUTIÉRREZ ARIAS**

Subdirectora de Estudios Ambientales

**ÓMAR FRANCO TORRES**

Subdirector de Hidrología

**LUZ MARINA ARÉVALO SÁNCHEZ**

Subdirectora de Ecosistemas e Información

**ERNESTO RANGEL MANTILLA**

Subdirector de Meteorología

**MARÍA TERESA MARTÍNEZ GÓMEZ**

Jefe Oficina Pronósticos y Alertas

**MARCELA SIERRA CUELLO**

Grupo de Comunicaciones

**LILIANA MALAMBO MARTÍNEZ**

Jefe Oficina Asesora de Planeación

**ALICIA BARÓN LEGUIZAMÓN**

Jefe (E) Oficina de Informática

**MARTHA DUARTE ORTEGA**

Jefe (E) Oficina de Control Interno

**FERNEY BAQUERO FIGUEREDO**

Jefe Oficina Asesora Jurídica



### **Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI**

**LUZ MARINA MANTILLA CÁRDENAS**  
Directora General

**ROSARIO PIÑERES VERGARA**  
Subdirectora Administrativa y Financiera

**DANIEL EMILIO FONSECA PÉREZ**  
Subdirector Científico y Tecnológico



### **Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt” – IAvH**

**BRIGITTE LG BAPTISTE**  
Directora General

**JERÓNIMO RODRÍGUEZ**  
Subdirector Científico



### **Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon Von Neuman – IIAP**

**WILLIAM KLINGER BRAHAN**  
Director General

**SATÚ DEL PILAR LOZANO MAYA**  
Secretaria General y Jurídica

**JAIRO MIGUEL GUERRA GUTIÉRREZ**  
Subdirector de Investigaciones



### **Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” – INVEMAR**

**FRANCISCO ARMANDO ARIAS ISAZA**  
Director General

**JESÚS ANTONIO GARAY TINOCO**  
Subdirector de Coordinación de Investigaciones

**CARLOS AUGUSTO PINILLA GONZÁLEZ**  
Subdirector Recursos y Apoyo a la Investigación



## INVESTIGADORES Y COMPILADORES

---

IAvH – Fernando Salazar Holguín, Julia Benavides Molineros, Luisa Fernanda Pinzón, Olga Lucía Trespacios González.

IDEAM – María Margarita Gutiérrez, Carlos Gómez, Luz Marina Arévalo, Reinaldo Sánchez, Vicente Peña, Claudia Olarte, Patricia León, Jorge Luis Ceballos, Édgar Leonardo Real, Félix Ignacio Meneses, Luis Gabriel Padilla, Mónica Cuéllar B, Ernesto Rangel, Franklin Ruiz, Gonzalo Hurtado, Olga Cecilia González, Henry Benavides, Ómar Franco, Nelsy Verdugo, Fabio Bernal, José Ville Triana, Ángela V. Bohórquez, Ana M. Hernández, Luis Elkin Guzmán, Natalia Gutiérrez, Diana Lugo, Jhonatan Reyes, Martha Duarte de Sandoval, Héctor Pabón, Juanita González, Carolina López, Max Toro, Alexander Benavides, Jaime Ramírez, Patricia Cuervo, Alejandro Ayala, María Claudia García, Edersson Cabrera, Diana Marcela Vargas, Gustavo Galindo, Lina Katherine Vergara, Ana María Pacheco, Juan Carlos Rubiano, Paola Giraldo, María Fernanda Ordóñez.

IIAP- William Klinger Brahan, Jairo Miguel Guerra Gutiérrez, Fredy Carabalí Mosquera, Giovanni Ramírez Romero.

INVEMAR – Luisa Espinosa, Lizbeth Janet Vivas, Julián Betancourt, Juan Pablo Parra, Jesús Garay, Diana Isabel Gómez López, Angélica María Batista Morales, Adriana Gracia Clavijo, Erika Montoya Cadavid, Raúl Navas Camacho, Kelly Gómez Campo, Johanna Vega Sequeda, Tomás López Londoño, Alianis Orjuela, Carlos Villamil, Laura Perdomo, Ángela López Rodríguez, Paula Cristina Sierra, Blanca Oliva Posada, Daniel M. Rozo, Jiner Bolaños, Anny Zamora, David Alonso Carvajal, Ricardo Esteban Ricardo.

SINCHI – Uriel Gonzalo Murcia García, Dairon Cárdenas López, Mariela Osorno Muñoz, Juan Carlos, Alonso González, Carlos Ariel Salazar Cardona, Óscar Arcila, Mario Orlando López Castro, Elizabeth Riaño Umbarila, Edwin Agudelo Córdoba.



## COLABORADORES

---

IAVH - Óscar Orrego

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) - Rosa Elena Ramos y Alejandro Reyes Caycedo

IDEAM – Nelson Ómar Vargas M., Martha García, Luz Consuelo Orjuela, Martha Aldana, Fabián M. Pinzón, Óscar Martínez, Claudia Contreras, Andrea Piñeros, Cristian Euscátegui, Ivon Casallas

IIAP - Carlos Rangel

MAVDT – Pablo Manuel Hurtado, María del Carmen Cabeza, Sandra Reina

Parque Nacional Natural Los Nevados, Parque Nacional Natural El Cocuy, Secretaría General de la Comunidad Andina (SGCAN) «Proyecto PRAA», Grupo de Trabajo de Nieves y Hielos Andinos (GTNH), IRD (Francia), Universidad de Zurich.

UAESPNN – Subdirección Técnica

## COORDINACIÓN Y SUPERVISIÓN

---

Margarita Gutiérrez Arias

## EDICIÓN

---

Carolina López Miranda  
Max Toro Bustillo

## **Agradecimientos**

---

El IDEAM, expresa sus agradecimientos a las siguientes personas e instituciones, cuyos aportes enriquecieron esta publicación.

En la etapa inicial de desarrollo de este informe, correspondiente a la planificación y la puesta en marcha del mismo participaron el doctor Mauricio Cabrera Leal, la doctora Aida Giraldo, la Ingeniera Laura María Noriega y la Socióloga Patricia Cuervo como parte del grupo técnico y de apoyo del IDEAM.

Posteriormente, en el compendio final y en el análisis de contenidos se contó con la participación de los Ingenieros Josefina Sánchez y Jaime Ramírez del IDEAM y el comunicador Carlos Rangel del IIAP.

De igual forma, en el dimensionamiento y alcance del informe fueron esenciales las propuestas ajustadas y medidas del doctor Daniel Fonseca del SINCHI y del biólogo Óscar Orrego del IAvH.

La imagen Institucional fue una contribución del grupo de comunicaciones del IDEAM, quienes propusieron la carátula del libro, establecieron la mejor opción del diseño final y elaboraron el glosario y la definición de términos técnicos.

Finalmente, las fotografías son cortesía de María Margarita Gutiérrez Arias, Eduardo Andrés Tobón Queceno, Héctor Raúl Pabón Méndez y Alejandro Ayala Rodríguez.



## Notas de los Editores

El libro cuenta con dos versiones, la impresa y la electrónica. En la edición electrónica el libro contiene dos capítulos adicionales: hojas metodológicas de los indicadores ambientales y Sistemas de información del SIAC.

Los datos generados por medio de modelos desde la perspectiva nacional o local, se deben interpretar como parte de un sistema de información, que tienen validez solamente con relación a los resultados generales o totales inherentes al modelo. Por ejemplo, la ubicación de un municipio en condición de escasez o en condición de vulnerabilidad, debe interpretarse estrictamente en relación al total de los municipios considerados; es decir, un municipio está afectado por un fenómeno dado en relación a los otros considerados, en sí mismo e independiente de los demás su condición seguramente será diferente.

El libro utiliza los indicadores ambientales más comunes en el país. En la introducción de cada capítulo se encontrará un “mapa de indicadores” que clasifica cada uno de los indicadores que se utilizarán en el texto subsiguiente. El lector especializado puede ir directamente a los resultados del indicador que generalmente se encuentran en tablas o gráficos.

En todo el libro, el lector podrá encontrar la marca  que refleja un resultado relevante de un indicador ambiental (mapa de indicadores), en términos gráficos, numéricos o analíticos.



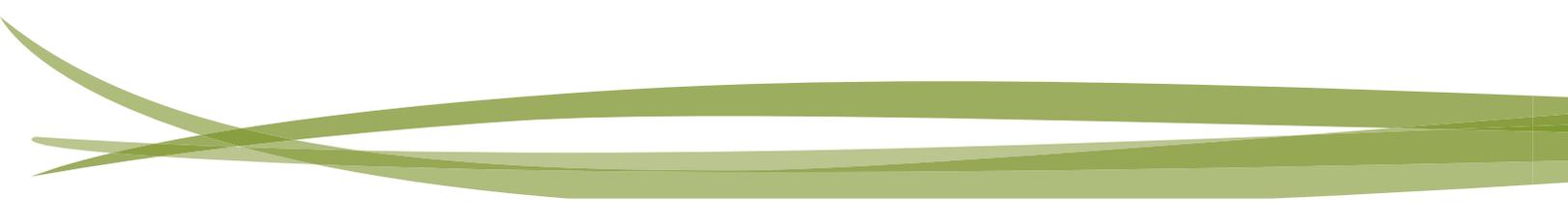


Fotografía: Alejandro Ayala Rodríguez

## Contenido

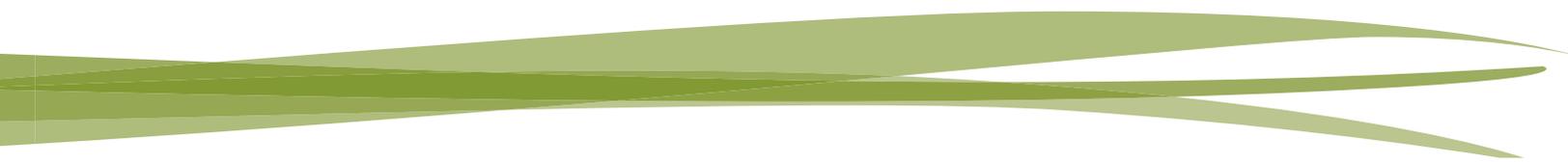
<b>Prólogo</b> . . . . .	27
<b>Introducción</b> . . . . .	28
<b>Resumen ejecutivo</b> . . . . .	29
<hr/>	
<b>1. Contexto Nacional</b> . . . . .	41
<hr/>	
<b>2. Estado del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales</b> . . . . .	47
2.1 Agua . . . . .	50
2.1.1 Oferta hídrica superficial, reservas subterráneas y glaciares . . . . .	50
2.1.2 Oferta hídrica en fuentes que abastecen acueductos de las cabeceras municipales . . . . .	60
2.1.3 Calidad del Recurso Hídrico Superficial continental 2009 . . . . .	62
2.1.4 Caribe y Pacífico: Contaminación en aguas marinas y costeras . . . . .	68
2.2 Atmósfera . . . . .	73
2.2.1 Distribución temporal y espacial de las lluvias en Colombia . . . . .	74
2.2.2 Variabilidad espacial y temporal de la temperatura del aire . . . . .	78
2.2.3 Tendencias del clima de Colombia - Escenarios de cambio climático . . . . .	80
Estudio de Caso: Análisis de variables en altura con base en los ozonosondeos realizados en Bogotá . . . . .	83
2.3 El Niño - La Niña 2007 - 2011 . . . . .	90
2.3.1 Efectos de los eventos ENSO en la precipitación y la temperatura en Colombia durante el período 2007 - 2010 . . . . .	92
2.3.2 Afectación de los niveles de los ríos Magdalena, Cauca, Sinú y Atrato de Colombia y Zonas inundadas debido al fenómeno de La Niña años 2010 y 2011 . . . . .	113
2.3.3 Inundaciones 2010 - 2011 . . . . .	126
2.4 Suelos . . . . .	128
2.4.1 Coberturas de la tierra en Colombia . . . . .	128
2.4.2 Desertificación, deslizamientos e inundaciones . . . . .	131
Notas finales . . . . .	141

<b>3. Aspectos bióticos</b>	143
3.1 Coberturas de Bosques en Colombia	146
3.1.1 Superficies y proporción de bosques por ecosistemas y departamento	146
3.1.2 Reservas potenciales de carbono almacenado en la biomasa aérea de los bosques naturales de Colombia.	150
3.2 Ecosistemas y Biodiversidad	155
3.2.1 Ecosistemas, cambios en los Biomas terrestres en Colombia, forma y velocidad	155
3.2.2 Ecosistemas del Chocó Biogeográfico	158
3.2.3 Ecosistemas naturales y transformados de la Amazonía	166
3.3 Ecosistemas marinos y costeros	170
3.3.1 Arrecifes coralinos	170
3.3.2 Manglares - ecosistemas marinos y costeros	172
3.3.3 Pastos Marinos	176
3.3.4 Litorales rocosos	177
3.3.5 Fondos blandos	178
3.4 Especies	178
3.4.1 Distribución geográfica de las especies a partir de registros del SIB	178
3.4.2 Especies fáunicas de interés ecológico especial del Chocó biogeográfico.	182
3.4.3 Diversidad florística y recursos hidrobiológicos en la Amazonía Colombiana.	187
Apéndice: Estado y tendencias de la investigación de la fauna silvestre en la Amazonía Colombiana	195
Notas finales	200
<hr/>	
<b>4. Presiones sobre el ambiente y los recursos naturales</b>	203
4.1 Presiones sobre los bosques a escala nacional	206
4.1.1 Deforestación en Colombia	206
4.1.2 Incendios y riesgo de incendios forestales 2009–2010, comportamiento durante el Fenómeno de El Niño	214
4.1.3 Deforestación, praderización y degradación de los bosques en la Amazonía	225
4.2 Especies amenazadas en Colombia - presiones sobre la biodiversidad	234
4.2.1 Chocó biogeográfico - especies amenazadas	235
4.2.2 Captura de peces comerciales en la Amazonía	238
4.2.3 Especies invasoras marinas	241
4.3 Uso sectorial de energía, suelo y agua.	242
4.3.1 Uso de energía	242
4.3.2 Uso del suelo por actividades agrícolas y ganaderas	244
4.3.3 Uso y demanda de agua por sectores económicos	244
4.3.4 Cargas de vertimientos al agua por sectores económicos	248
4.4 Generación de residuos	252
4.4.1 Residuos peligrosos	252
4.5 Inventario nacional de Gases de Efecto Invernadero de Colombia, GEI	261
4.6 Calidad del aire en las principales ciudades del país	267
Apéndice: Análisis de vulnerabilidad frente a los posibles efectos del Cambio Climático en los Nodos Regionales para el Cambio Climático.	271
Nodo Andino	274
Nodo Caribe e Insular	281
Nodo Norandino	289
Nodo Antioquia	295
Nodo Amazonía y Orinoquía	301
Nodo Pacífico	306
Nodo Eje Cafetero	314
Notas finales.	320





<b>5. Respuestas, retos y oportunidades</b> . . . . .	325
5.1 Restauración y Conservación . . . . .	328
5.1.1 Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia . . . . .	328
5.1.2 Reforestación en Colombia . . . . .	331
5.2 Gestión ambiental . . . . .	335
5.2.1 Gestión de los residuos o desechos peligrosos en Colombia . . . . .	335
5.2.2 Sistemas de vigilancia y monitoreo de la calidad del aire existentes en Colombia . . . . .	342
5.2.3 Gestión de la calidad del aire en las principales ciudades del país . . . . .	343
5.2.4 Programas de análisis y prevención de ruido en las principales ciudades del país . . . . .	347
5.2.5 Uso de energía limpia - Gestión de las fuentes de energía renovable en Colombia . . . . .	349
5.3 Pilotos nacionales de adaptación al cambio climático (medidas de adaptación territorial). . . . .	352
5.3.1 Proyecto piloto nacional de adaptación al cambio climático (INAP) 2006–2011 . . . . .	353
5.3.2 Programa Conjunto de integración de ecosistemas y cambio climático en el macizo colombiano . . . . .	355
Notas finales . . . . .	360
<b>Referencias bibliográficas</b> . . . . .	363
<b>Glosario y definiciones</b> . . . . .	373
<b>Siglas, acrónimos y convenciones</b> . . . . .	380







Fotografía: Héctor Raúl Pabón Méndez

## Lista de figuras

Figura 1.1	Estructura del informe del estado del medio ambiente y los recursos naturales renovables Colombia 2010 . . . . .	28
------------	--	----

### 2. Estado del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales

Figura 2.1	Mapa de Indicadores sobre aspectos físicos . . . . .	49
Figura 2.2	Distribución de caudales (m <sup>3</sup> /s) por áreas hidrográficas . . . . .	50
Figura 2.3	Mapa Escorrentía promedio anual de Colombia . . . . .	51
Figura 2.4	Mapa Escorrentía anual de Colombia. Escenario de año seco . . . . .	53
Figura 2.5	Distribución porcentual de reservas de aguas subterráneas por provincia hidrogeológica . . . . .	54
Figura 2.6	Provincias hidrogeológicas de Colombia . . . . .	55
Figura 2.7	Área glaciar actual en Colombia (2007-2009) . . . . .	56
Figura 2.8	Localización de los glaciares actuales en Colombia . . . . .	57
Figura 2.9	Evolución glaciar volcán nevado Santa Isabel 1959 – 2006 . . . . .	58
Figura 2.10	Evolución glaciar en la sierra nevada de El Cocuy, sector sur, Laguna Grande de la Sierra y Laguna de La Plaza. Glaciares "Toti, Portales, Hola Larga, Paso de Bella Vista y Pan de Azúcar . . . . .	59
Figura 2.11	Evolución área glaciar en Colombia. Últimas cinco (5) décadas. . . . .	59
Figura 2.12	Distribución de cabeceras municipales y su relación con la oferta media por área hidrográfica . . . . .	61
Figura 2.13	Variación del ICA en cuatro corrientes 2009 . . . . .	62
Figura 2.14	Sitios con tendencia al deterioro en el descriptor del valor mínimo del ICA para el monitoreo del año 2009 . . . . .	65
Figura 2.15	Variación de las concentraciones de metales en sedimentos. Ríos seleccionados . . . . .	66
Figura 2.16	Concentraciones de hidrocarburos disueltos y dispersos, medidos en aguas en el período 2008 y 2009 . . . . .	70
Figura 2.17	Concentraciones de plaguicidas organoclorados medidos en aguas en el período 2008 y 2009 . . . . .	71
Figura 2.18	Concentraciones de Coliformes termotolerantes (CTE) medidas entre 2008 y 2009 en las principales playas y balnearios costeros de Colombia . . . . .	73
Figura 2.19	Distribución temporal de las lluvias y las temperaturas en ciudades principales . . . . .	74
Figura 2.20	Distribución de lluvias en Colombia . . . . .	76
Figura 2.21	Precipitación total media mensual . . . . .	77
Figura 2.22	Temperatura media anual (C°) . . . . .	79
Figura 2.23	Temperatura máxima media anual y Temperatura mínima media anual . . . . .	80
Figura 2.24	Ozonosondeos de Bogotá que han alcanzado mayor altura . . . . .	84
Figura 2.25	Variación de la temperatura del aire con la altitud . . . . .	85

Figura 2.26	Comportamiento de la temperatura media en la tropopausa con base en los Ozonosondeos realizados en Bogotá . . . . .	85
Figura 2.27	Comportamiento de la altura media de la tropopausa con base en los Ozonosondeos realizados en Bogotá . . . . .	86
Figura 2.28	Comportamiento de la altura media de la base de la capa de ozono, con base en los Ozonosondeos realizados en Bogotá . . . . .	86
Figura 2.29	Comportamiento de la altura de la máxima concentración en la capa de ozono, con base en los Ozonosondeos realizados en Bogotá . . . . .	87
Figura 2.30	Comportamiento de la máxima concentración en la capa de ozono, con base en los Ozonosondeos realizados en Bogotá . . . . .	87
Figura 2.31	Comportamiento del promedio de la concentración de ozono en superficie, con base en los Ozonosondeos realizados en Bogotá . . . . .	88
Figura 2.32	Comportamiento de la máxima concentración de ozono en superficie, con base en los Ozonosondeos realizados en Bogotá . . . . .	88
Figura 2.33	Gradientes de temperatura en la troposfera y baja estratosfera . . . . .	90
Figura 2.34	Anomalías de temperatura superficial del mar . . . . .	92
Figura 2.35	Anomalías mensuales de precipitación 2007 (%) . . . . .	93
Figura 2.36	Anomalías mensuales de precipitación 2008 (%) . . . . .	94
Figura 2.37	Anomalías mensuales de precipitación 2009 (%) . . . . .	95
Figura 2.38	Anomalías mensuales de precipitación 2010 (%) . . . . .	96
Figura 2.39	Anomalías mensuales de precipitación 2011 (%) . . . . .	97
Figura 2.40	Anomalías de la precipitación trimestres de 2007 . . . . .	103
Figura 2.41	Anomalías de la precipitación trimestres de 2008 . . . . .	104
Figura 2.42	Anomalías de la precipitación trimestres de 2009 . . . . .	105
Figura 2.43	Anomalías de la precipitación trimestres de 2010 . . . . .	106
Figura 2.44	Anomalías de la precipitación trimestral de 2011 . . . . .	107
Figura 2.45	Anomalías mensuales de temperatura media 2007 (°C) . . . . .	108
Figura 2.46	Anomalías mensuales de temperatura media 2008 (°C) . . . . .	109
Figura 2.47	Anomalías mensuales de temperatura media 2009 (°C) . . . . .	110
Figura 2.48	Anomalías de temperatura media 2010 (°C) . . . . .	111
Figura 2.49	Anomalías de temperatura media 2011 (°C) . . . . .	112
Figura 2.50	Comportamiento mensual y anual de los niveles del río Magdalena en Nariño, Tolima . . . . .	113
Figura 2.51	Comportamiento mensual y anual de los niveles del río Magdalena en Puerto Bogotá . . . . .	114
Figura 2.52	Comportamiento mensual de los niveles del río Magdalena en Puerto Salgar . . . . .	115
Figura 2.53	Comportamiento mensual y anual de los niveles del río Magdalena en Puerto Berrío . . . . .	116
Figura 2.54	Comportamiento mensual y anual de los niveles del río Magdalena en Barrancabermeja . . . . .	117
Figura 2.55	Comportamiento mensual y anual de los niveles del río Magdalena en El Banco . . . . .	118
Figura 2.56	Comportamiento mensual de los niveles del río Magdalena en Calamar . . . . .	119
Figura 2.57	Comportamiento mensual y anual de los niveles del río Cauca en Juanchito . . . . .	120
Figura 2.58	Comportamiento mensual y anual de los niveles del río Cauca en la Virginia . . . . .	121
Figura 2.59	Comportamiento mensual y anual de los niveles del río Cauca en Venecia (Antioquia), Estación Bolombolo . . . . .	122
Figura 2.60	Comportamiento mensual y anual de los niveles del río Cauca en San Jacinto (Bolívar), Estación Las Varas . . . . .	123
Figura 2.61	Comportamiento mensual y anual de los niveles del río Sinú en Montería (Córdoba), Estación Las Varas . . . . .	124
Figura 2.62	Comportamiento mensual y anual de los niveles del río Atrato en Quibdó, Estación Las Varas . . . . .	125
Figura 2.63	Áreas afectadas por inundaciones 2010-2011 . . . . .	127
Figura 2.64	Mapa Nacional de coberturas de la Tierra 2010, metodología CORINE Land Cover, adaptada para Colombia, (2000 – 2002) . . . . .	130
Figura 2.65	Mapa desertificación nacional . . . . .	132
Figura 2.66	Distribución de la desertificación en zonas secas . . . . .	133
Figura 2.67	Departamentos con zonas secas y procesos de desertificación . . . . .	134
Figura 2.68	Número de deslizamientos por departamento entre los años 2001 y 2011 . . . . .	135
Figura 2.69	Mapa de distribución espacial de los movimientos en masa reportados para el periodo 2001-2011 . . . . .	136
Figura 2.70	Número de deslizamientos reportados por cada año del periodo 2001 y 2011 . . . . .	138
Figura 2.71	Mapa de persistencia de la amenaza por deslizamientos de tierra en Colombia (julio 2010– mayo 2011) . . . . .	139



### 3. Aspectos bióticos

Figura 3.1	Mapa de indicadores de estado de la biodiversidad . . . . .	145
Figura 3.2	Mapa de Superficie de bosque natural y vegetación secundaria en Colombia 2010 . . . . .	148
Figura 3.3	Superficie de coberturas boscosas por departamentos . . . . .	149
Figura 3.4	Distribución de la biomasa aérea en bosques naturales en Colombia empleando la leyenda de estratificación basada en las zonas de vida de Holdridge ( <i>sensu</i> IDEAM 2005) . . . . .	151
Figura 3.5	Biomasa aérea (izq.) y contenidos de carbono promedio (der.) en cada una de las regiones naturales . . . . .	152
Figura 3.6	Mapa Indicadores de fragmentación de las coberturas naturales en los biomas . . . . .	157
Figura 3.7	Mapa del Chocó Biogeográfico . . . . .	158
Figura 3.8	Mapa de ciénagas identificadas por cartografía . . . . .	160
Figura 3.9	Mapa de presión sobre los humedales . . . . .	161
Figura 3.10	Distribución espacial de los tipos de biomas . . . . .	166
Figura 3.11	Mapa de ecosistemas Amazonía Colombiana (1:500.000) . . . . .	168
Figura 3.12	<i>Montastrea faveolata</i> . . . . .	170
Figura 3.13	Distribución de los manglares en el Caribe continental e insular colombiano . . . . .	173
Figura 3.14	Distribución de los manglares en el litoral Pacífico colombiano . . . . .	174
Figura 3.15	<i>Thalassia testudinum</i> . . . . .	176
Figura 3.16	Litorales rocosos representativos de las zonas costeras. A. Bahía Hondita, Guajira; B. Bahía Solano, Chocó; C. Río Juradó, Chocó; D. Playa Brava, PNN Tayrona, Magdalena . . . . .	177
Figura 3.17	Densidad de especies por departamento a partir de registros del SIB . . . . .	181
Figura 3.18	Criptógamas del departamento del Vaupés . . . . .	189
Figura 3.19	Distribución geográfica de las investigaciones realizadas en la Amazonía Colombiana. . . . .	198
Figura 3.20	Tendencias de investigación en la Amazonía Colombiana a lo largo del último siglo, diferenciadas por las temáticas tratadas en los documentos revisados . . . . .	199

### 4. Presiones sobre el ambiente y los recursos naturales

Figura 4.1	Mapa de indicadores de presiones sobre los recursos . . . . .	205
Figura 4.2	Mapa de bosque / No bosque para el año 1990 . . . . .	207
Figura 4.3	Mapa de bosque /No bosque para el año 2000 . . . . .	208
Figura 4.4	Mapa de bosque /No bosque para el año 2005 . . . . .	209
Figura 4.5	Mapa de bosque /No bosque para el año 2010 . . . . .	210
Figura 4.6	Mapa de cambio 1990-2000. . . . .	211
Figura 4.7	Mapa de cambio 2000-2005. . . . .	212
Figura 4.8	Mapa de cambio 2005-2010. . . . .	213
Figura 4.9	Porcentaje de área total afectada por departamentos durante los años 2009 - 2010 . . . . .	215
Figura 4.10	Número de reportes por departamento durante 2009 y 2010. . . . .	216
Figura 4.11	Porcentaje de área total afectada en zonas protegidas de orden nacional durante 2009 y 2010 . . . . .	217
Figura 4.12	Número de reportes de incendios en áreas protegidas de orden nacional durante 2009 y 2010 . . . . .	217
Figura 4.13	Área Total afectada por departamento durante el fenómeno de El Niño 2009-2010 . . . . .	218
Figura 4.14	Mapa de zonificación de riesgos de incendios . . . . .	219
Figura 4.15	Riesgo de la cobertura vegetal de incendios bajo condiciones normales. . . . .	220
Figura 4.16	Riesgo de incendio de la cobertura vegetal . . . . .	221
Figura 4.17	Riesgo total de incendios de la cobertura vegetal bajo el fenómeno de El Niño . . . . .	222
Figura 4.18	Riesgo de incendios de la cobertura vegetal bajo Fenómeno de El Niño . . . . .	223
Figura 4.19	Riesgo de incendios de las coberturas vegetales bajo el fenómeno de El Niño. . . . .	224
Figura 4.20	Escenarios de riesgo por incendios de la cobertura vegetal - Condiciones normales . . . . .	224
Figura 4.21	Escenarios de riesgo por incendios de la cobertura vegetal - Fenómeno de El Niño . . . . .	225
Figura 4.22	Mapa de localización de las áreas deforestadas en el periodo 2002-2007 . . . . .	226
Figura 4.23	Mapa de localización de las áreas nuevas de pastizales en el periodo 2002-2007 . . . . .	227

Figura 4.24	Bosque fragmentado por proceso de intervención antrópica	228
Figura 4.25	Distribución departamental de las especies amenazadas	234
Figura 4.26	Abarco y Pino amarillo	236
Figura 4.27	Porcentaje promedio de la extracción global de algunos bagres comerciales por debajo de talla reglamentaria en las cuencas de los ríos Amazonas y Putumayo para el período 2002–2008	238
Figura 4.28	Evolución de los porcentajes anuales globales de la extracción de algunos bagres comerciales por debajo de talla reglamentaria, en las cuencas de los ríos Amazonas y Putumayo para el período 2004–2006	239
Figura 4.29	Evidencia de invasión de Palma Africana ( <i>Elaeis guineensis</i> )	240
Figura 4.30	<i>Thumbergia alata</i> , <i>Eichhornia crassipes</i> , <i>Hedychium coronarium</i>	241
Figura 4.31	Pez león: <i>Pterois volitans</i>	242
Figura 4.32	Consumo energético sectorial	243
Figura 4.33	Demanda hídrica sectorial agregada 2008	245
Figura 4.34	Consumo de aguas subterráneas según áreas de jurisdicción de autoridades ambientales	246
Figura 4.35	Índice de uso del agua en unidades hídricas fuente de abastecimiento de la población de cabeceras municipales, en condiciones hidrológicas medias	247
Figura 4.36	Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico en unidades hídricas fuente de abastecimiento de la población de cabeceras municipales- Condiciones hidrológicas de año medio	247
Figura 4.37	Cargas (e) vertidas por los sectores a los sistemas hídricos en 2008	248
Figura 4.38	Mapa Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL) en condiciones de año medio	249
Figura 4.39	Mayores aportantes de cargas contaminantes	250
Figura 4.40	Principales corrientes de residuos o desechos peligrosos generadas durante 2009	255
Figura 4.41	Cantidad de residuos peligrosos generados durante 2007, 2008 y 2009	255
Figura 4.42	Corrientes de residuo más generadas durante 2007, 2008 y 2009	256
Figura 4.43	Actividades económicas con mayor generación de RESPEL en 2009	257
Figura 4.44	Comparativo de actividades económicas con mayor reporte de generación de RESPEL en 2007, 2008 y 2009	258
Figura 4.45	Mapa de distribución geográfica de las principales corrientes de residuo generadas en 2009	259
Figura 4.46	Reportes de generación de RESPEL en jurisdicción de algunas autoridades ambientales, en los años 2007-2009	260
Figura 4.47	Composición porcentual de la información que las entidades nacionales aportan al inventario de emisiones de GEI por variable entregada	261
Figura 4.48	Inventario de gases de efecto invernadero de Colombia, composición porcentual	261
Figura 4.49	Emisiones per cápita de GEI en Colombia en CO <sub>2</sub> eq	262
Figura 4.50	Emisiones de GEI para el sector Energía	263
Figura 4.51	Participación de los diferentes GEI en las emisiones del sector Energía	264
Figura 4.52	Emisiones de GEI del sector de Procesos Industriales	265
Figura 4.53	Participación de los diferentes GEI en las emisiones del sector de Procesos Industriales	265
Figura 4.54	Emisiones de GEI del sector de Residuos	266
Figura 4.55	Participación de los diferentes GEI en las emisiones del sector de Residuos	266
Figura 4.56	Concentración promedio anual de PM10 en las principales ciudades del país	268
Figura 4.57	Concentración promedio anual de SO <sub>2</sub> en las principales ciudades del país	268
Figura 4.58	Concentración promedio anual de NO <sub>2</sub> en las principales ciudades del país	269
Figura 4.59	Concentración promedio horario anual de CO en las principales ciudades del país	270
Figura 4.60	Concentración promedio anual de O <sub>3</sub> en las principales ciudades del país	270
Figura 4.61	Mapa de Nodos Regionales para el Cambio Climático en Colombia	272
Figura 4.62	Modelo de Vulnerabilidad del Territorio (Ideam, 2010)	273
Figura 4.63	Mapa Cambio en la Precipitación para el período 2011-2040 Nodo Andino	274
Figura 4.64	Porcentaje del área por autoridad ambiental con el cambio en la precipitación 2011-2040 Nodo Andino	275
Figura 4.65	Mapa Clasificación Climática Lang actual Nodo Andino	275
Figura 4.66	Mapa Clasificación Climática Lang 2011-2040 Nodo Andino	276
Figura 4.67	Mapa Diferencia de la clasificación climática Lang Nodo Andino	276
Figura 4.68	Porcentaje del área por autoridad ambiental con la diferencia de la clasificación climática Lang Nodo Andino	277
Figura 4.69	Desertificación Nodo Andino	277
Figura 4.70	Porcentaje del área por autoridad ambiental en desertificación Nodo Andino	278



Figura 4.71	Mapa Índice de Sensibilidad Ambiental Nodo Andino . . . . .	278
Figura 4.72	Mapa Vulnerabilidad Ambiental 2011-2040 Nodo Andino . . . . .	279
Figura 4.73	Porcentaje del área por autoridad ambiental con el Índice de Sensibilidad Ambiental Nodo Andino	279
Figura 4.74	Porcentaje del área por autoridad ambiental con la Vulnerabilidad Ambiental 2011-2040 Nodo Andino . . . . .	280
Figura 4.75	Mapa Afectación al Rendimiento Hídrico 2011-2040 Nodo Andino . . . . .	280
Figura 4.76	Mapa Cambio en la precipitación para el período 2011-2040 Nodo Caribe . . . . .	281
Figura 4.77	Porcentaje del área por autoridad ambiental con el cambio en la precipitación 2011-2040 Nodo Caribe . . . . .	282
Figura 4.78	Mapa Clasificación Climática Lang: 2011-2040 Nodo Caribe . . . . .	282
Figura 4.79	Mapa Diferencia de la clasificación climática Lang Nodo Caribe . . . . .	283
Figura 4.80	Porcentaje del área por autoridad ambiental con la diferencia de la clasificación climática Lang Nodo Caribe . . . . .	283
Figura 4.81	Mapa Desertificación Nodo Caribe . . . . .	284
Figura 4.82	Porcentaje del área por autoridad ambiental en desertificación Nodo Caribe . . . . .	284
Figura 4.83	Mapa Índice de Sensibilidad Ambiental Nodo Caribe . . . . .	285
Figura 4.84	Mapa Vulnerabilidad Ambiental 2011-2040 Nodo Caribe . . . . .	286
Figura 4.85	Porcentaje del área por autoridad ambiental con el Índice de sensibilidad Ambiental Nodo Caribe	286
Figura 4.86	Porcentaje del área por autoridad ambiental con la Vulnerabilidad Ambiental 2011-2040 Nodo Caribe . . . . .	287
Figura 4.87	Mapa Afectación al Rendimiento Hídrico 2011-2040 Nodo Caribe . . . . .	287
Figura 4.88	Mapa Ascenso del nivel del mar Nodo Caribe . . . . .	288
Figura 4.89	Hectáreas y Porcentaje del área inundable por ascenso del nivel del mar Nodo Caribe . . . . .	289
Figura 4.90	Mapa Cambio en la precipitación para el período 2011-2040 Nodo Norandino . . . . .	289
Figura 4.91	Porcentaje del área por autoridad ambiental con el cambio en la precipitación 2011-2040 Nodo Norandino . . . . .	290
Figura 4.92	Mapa Clasificación Climática Lang actual Nodo Norandino . . . . .	290
Figura 4.93	Mapa Clasificación Climática Lang 2011-2040 Nodo Norandino . . . . .	291
Figura 4.94	Mapa Diferencia de la clasificación climática Lang Nodo Norandino . . . . .	291
Figura 4.95	Porcentaje del área por autoridad ambiental con la diferencia de la clasificación climática Lang Nodo Norandino . . . . .	292
Figura 4.96	Mapa Desertificación Nodo Norandino . . . . .	292
Figura 4.97	Porcentaje del área por autoridad ambiental en desertificación Nodo Norandino . . . . .	293
Figura 4.98	Mapa Índice de Sensibilidad Ambiental Nodo Norandino . . . . .	293
Figura 4.99	Mapa Vulnerabilidad Ambiental 2011-2040 Nodo Norandino . . . . .	294
Figura 4.100	Porcentaje del área por autoridad ambiental con el Índice de Sensibilidad Ambiental Nodo Norandino . . . . .	294
Figura 4.101	Porcentaje del área por autoridad ambiental con la Vulnerabilidad Ambiental 2011-2040 Nodo Norandino (Der.) . . . . .	295
Figura 7.102	Mapa Cambio en la precipitación para el período 2011-2040 Nodo Antioquia . . . . .	295
Figura 4.103	Porcentaje del área por autoridad ambiental con el cambio en la precipitación 2011-2040 Nodo Antioquia . . . . .	296
Figura 4.104	Mapa Clasificación Climática Lang actual Nodo Antioquia (Izq.) . . . . .	296
Figura 4.105	Mapa Clasificación Climática Lang para el período 2011-2040 Nodo Antioquia . . . . .	297
Figura 4.106	Mapa Diferencia de la clasificación climática Lang Nodo Antioquia . . . . .	297
Figura 4.107	Porcentaje del área por autoridad ambiental con la diferencia de la clasificación climática Lang Nodo Antioquia . . . . .	298
Figura 4.108	Mapa Índice de Sensibilidad Ambiental Nodo Antioquia . . . . .	298
Figura 4.109	Mapa Vulnerabilidad Ambiental período 2011-2040 Nodo Antioquia (Der.) . . . . .	299
Figura 4.110	Porcentaje del área por autoridad ambiental con el Índice de Sensibilidad Ambiental Nodo Antioquia . . . . .	299
Figura 4.111	Porcentaje del área por autoridad ambiental con la Vulnerabilidad Ambiental 2011-2040 Nodo Antioquia . . . . .	300
Figura 4.112	Afectación al Rendimiento Hídrico período 2011-2040 Nodo Antioquia . . . . .	300
Figura 4.113	Mapa Cambio en la Precipitación para el período 2011-2040 Nodo Amazonía-Orinoquía . . . . .	301
Figura 4.114	Porcentaje del área por autoridad ambiental con el cambio en la precipitación 2011-2040 . . . . .	301
Figura 4.115	Mapa Clasificación Climática Lang actual Nodo Amazonía-Orinoquía . . . . .	302

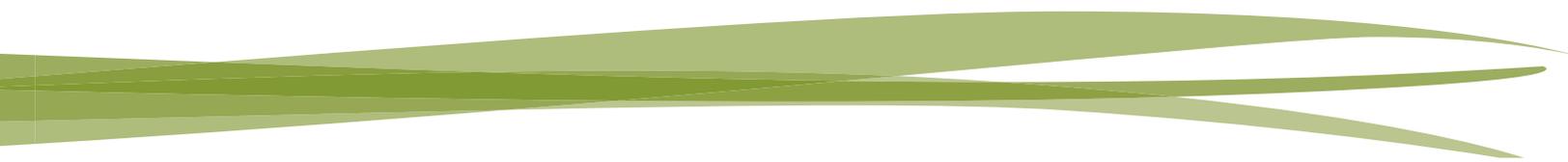
Figura 4.116	Mapa Clasificación Climática Lang 2011-2040 Nodo Amazonía-Orinoquía	302
Figura 4.117	Mapa Diferencia de la clasificación climática Lang Nodo Amazonía-Orinoquía	303
Figura 4.118	Porcentaje del área por autoridad ambiental con la diferencia de la clasificación climática Nodo Amazonía-Orinoquía	303
Figura 4.119	Mapa Desertificación Nodo Amazonía-Orinoquía	304
Figura 4.120	Porcentaje del área por autoridad ambiental en desertificación Nodo Amazonía-Orinoquía	304
Figura 4.121	Mapa Índice de Sensibilidad Ambiental Nodo Amazonía-Orinoquía	305
Figura 4.122	Mapa Vulnerabilidad Ambiental 2011-2040 Nodo Amazonía-Orinoquía	305
Figura 4.123	Porcentaje del área por autoridad ambiental con el Índice de Sensibilidad Ambiental Nodo Amazonía-Orinoquía	306
Figura 4.124	Porcentaje del área por autoridad ambiental con la Vulnerabilidad Ambiental 2011-2040 Nodo Amazonía-Orinoquía	306
Figura 4.125	Mapa Cambio en la Precipitación para el período 2011-2040 Nodo Pacífico	307
Figura 4.126	Porcentaje del área por autoridad ambiental con el cambio en la precipitación 2011-2040 Nodo Andino	307
Figura 4.127	Mapa Clasificación Climática Lang actual Nodo Pacífico	308
Figura 4.128	Mapa Clasificación Climática Lang 2011-2040 Nodo Pacífico	308
Figura 4.129	Mapa Diferencia de la clasificación climática Lang Nodo Pacífico	309
Figura 4.130	Porcentaje del área por autoridad ambiental con la diferencia de la clasificación climática Lang Nodo Pacífico	309
Figura 4.131	Mapa Desertificación Nodo Pacífico	310
Figura 4.132	Porcentaje del área por autoridad ambiental en desertificación Nodo Pacífico	310
Figura 4.133	Mapa Índice de Sensibilidad Ambiental Nodo Pacífico	311
Figura 4.134	Mapa Vulnerabilidad Ambiental 2011-2040 Nodo Pacífico	311
Figura 4.135	Porcentaje del área por autoridad ambiental con el Índice de sensibilidad Ambiental Nodo Pacífico	312
Figura 4.136	Porcentaje del área por autoridad ambiental con la Vulnerabilidad Ambiental 2011-2040 Nodo Pacífico	312
Figura 4.137	Mapa Afectación al Rendimiento Hídrico 2011-2040 Nodo Pacífico	313
Figura 4.138	Ascenso del Nivel del Mar en el Nodo Pacífico	313
Figura 4.139	Ascenso del Nivel del Mar en el Nodo Pacífico	314
Figura 4.140	Mapa Cambio en la Precipitación para el período 2011-2040 Nodo Eje Cafetero	314
Figura 4.141	Porcentaje del área por autoridad ambiental con el cambio en la precipitación 2011-2040 Nodo Eje Cafetero	315
Figura 4.142	Mapa Clasificación Climática Lang actual Nodo Eje Cafetero	315
Figura 4.143	Mapa Clasificación Climática Lang 2011-2040 Nodo Eje Cafetero	316
Figura 4.144	Mapa Diferencia de la clasificación climática Lang Nodo Eje Cafetero	316
Figura 4.145	Porcentaje del área por autoridad ambiental con la diferencia de la clasificación climática Lang Nodo Eje Cafetero	317
Figura 4.146	Mapa Índice de Sensibilidad Ambiental Nodo Eje Cafetero	317
Figura 4.147	Vulnerabilidad Ambiental período 2011-2040 Nodo Eje Cafetero	318
Figura 4.148	Porcentaje del área por autoridad ambiental con el Índice de Sensibilidad Ambiental Nodo Eje Cafetero	318
Figura 4.149	Vulnerabilidad Ambiental período 2011-2040 Nodo Eje Cafetero	319
Figura 4.150	Mapa Afectación al Rendimiento Hídrico 2011-2040 Nodo Eje Cafetero	319

## 5. Respuestas, retos y oportunidades

Figura 5.1	Mapa de indicadores de respuesta informe del estado de los recursos	327
Figura 5.2	Mapa de ubicación de los PNN	329
Figura 5.3	Principales departamentos reforestados con fines de protección	332
Figura 5.4	Superficie de plantaciones productoras establecida con recursos CIF	333
Figura 5.5	Mapa Registro de plantaciones comerciales efectuados por el ICA, 2009	334
Figura 5.6	Cantidades de residuos o desechos peligrosos reportados como gestionadas en 2009	336



Figura 5.7	Cantidades de residuos o desechos peligrosos gestionadas durante 2007, 2008 y 2009. . . . .	336
Figura 5.8	Corrientes de residuo más aprovechadas y/o valorizadas durante 2009 . . . . .	338
Figura 5.9	Comparativo de las corrientes de residuo más aprovechadas durante los años 2007, 2008 y 2009 . . . . .	339
Figura 5.10	Corrientes de residuo más tratadas durante 2009 . . . . .	340
Figura 5.11	Principales corrientes de residuo sometidas a tratamiento durante 2007, 2008 y 2009 . . . . .	340
Figura 5.12	Principales corrientes de residuo llevadas a disposición final durante 2009 . . . . .	341
Figura 5.13	Principales corrientes de residuos de RESPEL llevadas a disposición final durante 2007, 2008 y 2009 . . . . .	341
Figura 5.14	Monitoreo de contaminantes medidos en Colombia . . . . .	342
Figura 5.15	Monitoreo de variables meteorológicas medidas en Colombia . . . . .	343
Figura 5.16	Porcentaje de distribución por tipo de estación de monitoreo . . . . .	343
Figura 5.17	Programas adelantados por las autoridades ambientales para el control y la prevención de la contaminación atmosférica . . . . .	344
Figura 5.18	Programas adelantados por las autoridades ambientales para el control y la prevención de la contaminación atmosférica . . . . .	345
Figura 5.19	Fortalezas de los Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire. . . . .	346
Figura 5.20	Debilidades de los Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire. . . . .	346
Figura 5.21	Enfoque de las estrategias dirigidas hacia la mitigación del ruido en Colombia por parte de las autoridades ambientales. . . . .	348
Figura 5.22	Producción oferta interna primaria de energía a partir de fuentes renovables . . . . .	349
Figura 5.23	Producción energía eólica. . . . .	350
Figura 5.24	Producción secundaria de biocombustibles . . . . .	350
Figura 5.25	Esquema de ruta de adaptación al cambio climático . . . . .	357



## Lista de tablas

### 2. Estado del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales

Tabla 2.1	Oferta hídrica por zonas hidrográficas en Colombia (Mm <sup>3</sup> = millones de metros cúbicos)	52
Tabla 2.2	Áreas glaciares actuales en Colombia	58
Tabla 2.3	Porcentaje de pérdida por décadas de las masas glaciares actuales de Colombia	59
Tabla 2.4	Valores característicos de temperatura para diferentes pisos altitudinales	78
Tabla 2.5	Promedios mensuales de gradientes de temperatura por sectores °C/1.000 m	89
Tabla 2.6	Valores mensuales de los índices ONI	92
Tabla 2.7	Porcentaje de área afectada por déficit y exceso de lluvias año 2007	97
Tabla 2.8	Porcentaje de área afectada por déficit y exceso de lluvias año 2008	98
Tabla 2.9	Porcentaje de área afectada por déficit y exceso de lluvias año 2009	98
Tabla 2.10	Porcentaje de área afectada por déficit y exceso de lluvias año 2010	99
Tabla 2.11	Porcentaje de área afectada por déficit y exceso de lluvias año 2011	99
Tabla 2.12	Zonas Inundadas por departamento	126
Tabla 2.13	Unidades de coberturas de la Tierra para la leyenda nacional escala 1:100.000, de acuerdo con la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia	129
Tabla 2.14	Área susceptible a desertificación	133

### 3. Aspectos bióticos

Tabla 3.1	Superficie y proporción del bosque, según tipo de bosque 2007	146
Tabla 3.2	Superficie de Bosque natural para diferentes tipos de ordenamiento jurídico en Colombia	149
Tabla 3.3	Resultados de la estimación de la biomasa aérea y contenido de carbono almacenado en bosques naturales de Colombia por zona de vida (IDEAM 2005)	150
Tabla 3.4	Resultados de la estimación de biomasa aérea / reservas de carbono en bosques naturales empleando una leyenda por zonas de vida (IDEAM 2005) por área hidrográfica (IDEAM 2008) en Colombia	152
Tabla 3.5	Indicadores de fragmentación de las coberturas naturales en los biomas	156
Tabla 3.6	Grado de intervención de los humedales	160
Tabla 3.7	Grado de intervención de los manglares de la costa pacífica chococana	162
Tabla 3.8	Ecosistemas de la Amazonía Colombiana (área y %)	167
Tabla 3.9	Relación entre áreas de ecosistemas naturales y transformados por jurisdicción de Corporaciones	169
Tabla 3.10	Ecosistemas naturales y transformados por departamento	169
Tabla 3.11	Áreas y longitudes aproximadas de la zona marina y costera de Colombia	170
Tabla 3.12	Cobertura de mangle en Colombia	174
Tabla 3.13	Áreas (ha) de manglar zonificadas en tres categorías de manejo y aprobadas mediante las resoluciones: <sup>1</sup> 0721 de 2002, <sup>2</sup> 0442 del 2008, <sup>3</sup> 2168 del 2009, <sup>4</sup> 619 del 2010, o <sup>5</sup> en proceso de aprobación por el MAVDT	175
Tabla 3.14	Número y densidad de registros y especies por departamento	179
Tabla 3.15	Lista de vertebrados de interés ecológico especial para los humedales continentales del Atrato	182
Tabla 3.16	Lista de aves de interés ecológico especial para los bosques nubosos	183
Tabla 3.17	Lista de mamíferos de interés ecológico especial para los bosques nubosos	184
Tabla 3.18	Lista de aves de interés ecológico especial para los ecosistemas aislado	184
Tabla 3.19	Lista de mamíferos de interés ecológico especial para los ecosistemas aislados	185
Tabla 3.20	Número de especies de ofidios venenosos en el Chocó biogeográfico	185
Tabla 3.21	Familias con mayor número de especies en el alto río Negro	188
Tabla 3.22	Géneros con mayor número de especies en el alto río Negro	188



Tabla 3.23	Variables de peces de interés económico calculadas con ayuda del programa FISAT para ser integradas como datos de entrada del Modelo ECOPA. . . . .	190
Tabla 3.24	Parámetros básicos en el modelo por grupo funcional (obtenidos con el ECOPATH) utilizando la herramienta Mass Balance Mode. . . . .	191
Tabla 3.25	Matriz de la composición de la dieta de los grupos considerados para el ecosistema Amazónico . . . . .	192
Tabla 3.26	Indicadores para un sistema en equilibrio de la pesquería de bagres en el río Amazonas para el área de influencia de Leticia . . . . .	193
Tabla 3.27	Número de documentos por temática para cada clase taxonómica, con énfasis en la Amazonía Colombiana . . . . .	197

#### 4. Presiones sobre el ambiente y los recursos naturales

Tabla 4.1	Superficie de coberturas de bosque/No bosque para los periodos de análisis . . . . .	207
Tabla 4.2	Tasa Media Anual de Deforestación por CAR . . . . .	226
Tabla 4.3	Tasa Media Anual de Deforestación por departamentos . . . . .	226
Tabla 4.4	Tasa Media Anual de Praderización por Corporación . . . . .	228
Tabla 4.5	Tasa Media Anual de Praderización por departamentos . . . . .	228
Tabla 4.6	Tasa Media Anual de Bosques fragmentados por CAR. . . . .	229
Tabla 4.7	Tasa Media Anual de Bosques fragmentados por Departamentos . . . . .	229
Tabla 4.8	Presencia de las 5 especies forestales amenazadas por municipio (primera etapa de estudio) . . . . .	235
Tabla 4.9	Presencia de las especies forestales amenazadas adicionales (segunda etapa del estudio). . . . .	236
Tabla 4.10	Especies introducidas en la región Amazónica con Riesgo de Invasión Alto . . . . .	240
Tabla 4.11	Distribución del uso de aguas subterráneas por provincia hidrogeológica . . . . .	246
Tabla 4.12	Rango de factor de estimación según número de habitantes . . . . .	252
Tabla 4.13	Generación de residuos sólidos ordinarios . . . . .	252

#### 5. Respuestas, retos y oportunidades

Tabla 5.1	Parques Nacionales Naturales. . . . .	330
Tabla 5.2	Variación porcentual de áreas reforestadas con fines de protección, respecto de la superficie total del país, para el periodo 2000-2007. . . . .	332
Tabla 5.3	Variación porcentual de áreas reforestadas con fines de producción, respecto de la superficie total del país, para el periodo 2000-2007. . . . .	333
Tabla 5.4	Cultivos forestales comerciales y sistemas agroforestales registrados por el ICA, en predios mayores a 10 hectáreas de acuerdo a la información discriminada por hectáreas 2009 . . . . .	335
Tabla 5.5	Número de empresas gestoras de residuos o desechos peligrosos . . . . .	337





Fotografía: María Margarita Gutiérrez Arias

## Prólogo

Desde finales del siglo XX, la problemática ambiental se ha convertido en un desafío que reclama constantemente acciones viables y decisiones adecuadas que promuevan una perfecta armonía entre el ambiente y la producción económica del país, para ello se hace indispensable contar con insumos necesarios que conduzcan las discusiones hacia la adopción de medidas multidisciplinarias acordes con el objetivo que se persigue.

En línea con las nuevas preocupaciones y retos de este siglo, el IDEAM con el apoyo y participación constante del INVEMAR, el SINCHI, el IIAP y el IAvH, le presentan al país un documento de consulta obligada que orientará y aportará conocimiento de base para la formulación de políticas públicas y privadas buscando que el andamiaje público-privado se asuma en una dinámica de cambio hacia el uso sostenible y responsable de los recursos naturales nacionales.

En este sentido el Informe del Estado del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables se convierte en un valioso instrumento técnico - científico que se propone explicar una realidad ambiental ciertamente compleja y altamente provechosa, por lo que este escrito se constituye en un insumo de indiscutible valor al momento de ejecutar políticas, planes, programas y proyectos relacionados con el manejo, la protección y la vigilancia de los recursos naturales en todo el país, es pues este documento el resultado de la información existente en los cinco institutos de investigación adscritos y vinculados al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y la suma del esfuerzo conjunto de sus investigadores, técnicos y directivos por mostrar la realidad medio ambiental del país.

Con el presente estudio se pretendió cubrir campos de la actividad ambiental que los tiempos modernos demandan y que implica, por un lado, un reajuste y fortalecimiento en las dinámicas de producción y suministro de información técnico-científica que den el soporte requerido al accionar colectivo y, por otro, una estrategia de planificación y adopción de acciones preventivas ligadas a la necesidad de orientar el proceso de desarrollo económico, según los principios del desarrollo sostenible, garantizando, tanto los derechos como los deberes del Estado y de los particulares en relación con la riqueza natural.

**RICARDO J. LOZANO PICÓN**  
Director General  
IDEAM

## Introducción

El ambiente y los recursos naturales son generadores de bienestar, razón por la cual, en su cuidado, conservación y capacidad de resiliencia, debe estar involucrado no solo el estado sino los particulares, vinculando sus objetivos independientes de manera armónica y complementaria.

Los avances del último periodo de gobierno han permitido reincorporar a la producción nacional grandes áreas rurales y la aplicación correspondiente de la inversión extranjera en diversas actividades económicas y específicamente en procesos de utilización de recursos naturales, lo cual ha configurado un nuevo escenario para la aplicación de la gestión ambiental.

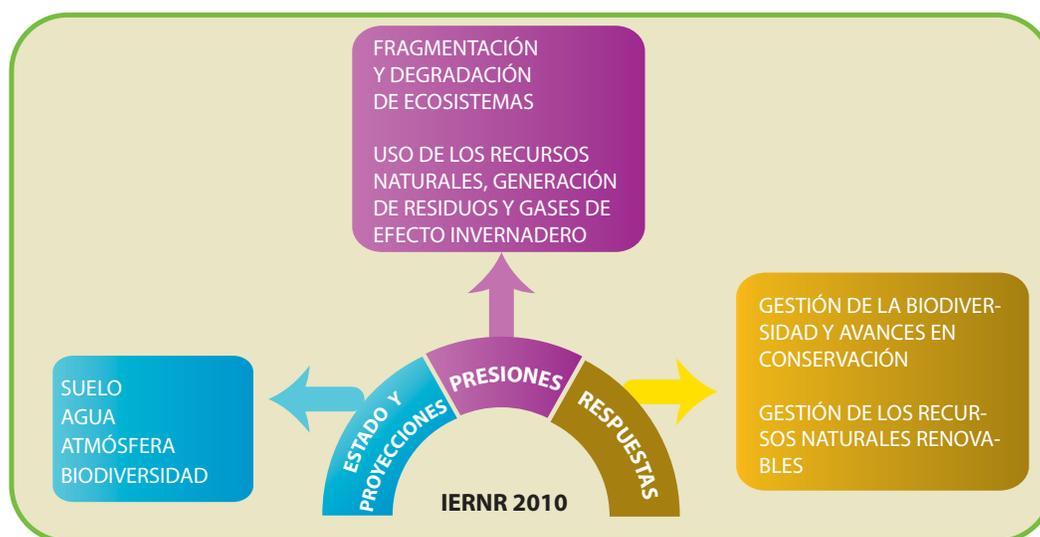
En este sentido, la Política ambiental de Colombia, en comienzo de siglo, ha registrado un proceso de modernización coincidente con los cambios sociales, económicos y territoriales que el país hasta el momento ha logrado consolidar.

Es importante mencionar que ha sido una característica de la gestión ambiental en Colombia, la toma

de decisiones bajo la premisa de la información y del conocimiento objetivo, fuertemente sustentada en la investigación y el desarrollo de datos por parte de las Instituciones de Investigación: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI), Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “ José Benito Vives de Andrés” (INVEMAR), Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt” (IAvH), Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon Von Neuman (IIAP) e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) del Sistema Nacional Ambiental (SINA) básicamente desde mucho antes de su constitución cuando tal gestión ambiental estaba normatizada por el Código Nacional de los Recursos Naturales.

Así mismo, que la información ambiental producida por las instituciones de investigación no es solo aplicable a la gestión ambiental y a la consecución del desarrollo sostenible por parte de las instituciones públicas, sino un instrumento de crecimiento de los particulares y de los diversos agentes económicos, en este sentido, día a día la información ambiental gana protagonismo en los diferentes instrumentos de información económica y de los negocios para la toma de decisiones.

**Figura 1.1: Estructura del Informe del Estado del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables Colombia 2010**





El presente es el séptimo informe, constituido por los resultados de investigación y monitoreo de las Instituciones de Investigación del SINA en el ámbito de su competencia técnica y temática y recopilada por el IDEAM como lo indican los Decretos 1277 de 1994 y 291 de 2004.

Se puede observar en la figura 1.1, que los contenidos del presente informe caracterizan las diferentes temáticas ligadas a la gestión ambiental: Presión, Estado y Respuesta; el informe así constituido pretende reflejar la realidad ambiental que vive el país y por lo tanto es un conjunto de evidencias objetivas, necesarias para calificar los más importantes y grandes tipos de acciones ambientales en el país en términos de indicadores de resultados, sin que por ello se pretenda dar cuenta de la totalidad de tales acciones.

Se destacan en el informe los principales resultados ligados a la conservación y el ordenamiento territorial y aquellos que mejoran la eficiencia de los procesos productivos, calidad ambiental y la calidad de vida de la población.

En general, el material está expuesto en tres partes principales: la primera, aspectos físicos y biodiversidad, que contiene características del estado del ambiente en Colombia y de los recursos naturales y, desde esa misma condición, se hacen evidentes las problemáticas ambientales ligadas, incluyendo en algunos casos proyecciones correspondientes; la segunda parte sintetiza los análisis de las principales presiones ambientales y la tercera parte expone las diferentes respuestas de la sociedad ante tales presiones. Finalmente, en el anexo digital del informe se caracteriza el avance logrado por las diferentes instituciones en el desarrollo de sus sistemas de información y en el conocimiento enlazado a sus temas de investigación.

Los resultados que se verán a continuación muestran los principales avances en un periodo relativamente amplio que va del año 2007 al 2009 y el otro obligado por la contundencia de las condiciones climáticas anormales sobre el territorio nacional durante el periodo que va del año 2009 al 2011, debi-

do a los impactos que produjeron sobre la actividad económica principalmente.

El informe fue construido con el propósito de facilitar la labor de los tomadores de decisiones, de las empresas privadas y la comunidad nacional e internacional. Para cumplir este propósito, en la medida de lo posible, la mayor parte del texto se desarrolla con base en indicadores que sintetizan los comportamientos más generales y orientan al lector en la comprensión de los grandes temas que convergen en la gestión ambiental, susceptibles de medición o de seguimiento y control.

## Resumen ejecutivo

El impacto de las actividades humanas en el ambiente (presiones), la consecuente afectación de ecosistemas (estado), de la biodiversidad, del bienestar y calidad de vida de la población colombiana, los avances en los usos y administración de recursos naturales (respuestas), constituyen el material central del presente libro. Con el objetivo de establecer una relación sistemática entre las diferentes problemáticas se ha recurrido a estructurar este libro con base en el Modelo GEO (estado, presión, respuesta y proyecciones).

### 1. Estado de ambiente y de los recursos naturales renovables - Aspectos físicos

Los indicadores utilizados para caracterizar el estado del ambiente en el país se agrupan por tipo de recurso o fenómeno: agua, atmósfera, fenómenos climáticos, suelos, bosques, biodiversidad, ecosistemas y especies.

#### Agua

El tema agua se considera ya un hilo conductor en las diferentes evaluaciones del estado del ambiente a nivel global. En el presente informe se realiza una evaluación de su estado con base en algunos indicadores agregados o típicos fundamentales, tales

como la oferta superficial y subterránea, el comportamiento de los glaciares y la calidad del agua:

-  Del volumen total anual de precipitación en Colombia (3.700 km<sup>3</sup>), el 61% se convierte en escorrentía superficial, equivalente a un caudal medio de 71.800 m<sup>3</sup>/s, correspondiente a un volumen de 2.265 km<sup>3</sup> al año. Este caudal fluye por las cinco áreas hidrográficas en las que se ha dividido el territorio nacional continental (Magdalena – Cauca, etc.). El 74,5% del territorio nacional está cubierto por provincias hidrogeológicas y solo el 25,5% (291.620,04 km<sup>2</sup>) por rocas ígneas, metamórficas o por ambientes con posibilidades hidrogeológicas desconocidas, limitadas o restringidas, lo cual indica por sí solo una riqueza de recurso hídrico subterráneo.
-  Colombia cuenta con un área glaciar aproximada 46,8 km<sup>2</sup> (2007-2009) calculada por el IDEAM con base en imágenes de satélite. Uno de los descubrimientos más importantes en Colombia al respecto es el evidente riesgo de extinción de los mismos. Los balances de masa glaciológicos constituyen una evidencia contundente de tal proceso.
-  Se evidencian los niveles de contaminación en cuatro de las corrientes importantes en el país, como son los ríos Bogotá, Magdalena, Cauca y Chicamocha.
-  Son especialmente importante los hallazgos de metales pesados y otros contaminantes en los principales afluentes en las costas del mar Caribe y Pacífica.

### Atmósfera

Para el análisis del comportamiento del clima en Colombia, se procesa información climática de 30 años (1971 a 2000). Se establece por medio de este análisis la distribución temporal y espacial de las lluvias y las variaciones de la temperatura en Colombia. Esta información es central para evaluar el

comportamiento de las mismas variables en condiciones anormales o de afectación por fenómenos como el ENSO y para proyectar sus tendencias ante el cambio climático:

-  Por regiones se logra identificar el número de periodos de lluvia, que pueden ser modales o bimodales. De la misma forma, se conocen los valores máximos y mínimos de la precipitación por regiones.
-  Por medio de los indicadores de temperatura media anual, máxima y mínima se caracteriza a cada una de las regiones del país. De igual forma se establecen los valores por rango altitudinal.
-  Las tendencias de la temperatura, precipitación y humedad relativa para los periodos 2011-2040, 2041-2070 muestran que se darán cambios menores del clima en algunas regiones del país.

### Fenómenos El Niño - La Niña 2007 – 2011

El periodo 2007-2011 se caracterizó por registrar una gran variabilidad intermensual en las variables meteorológicas y un comportamiento significativamente anómalo en los regímenes hídrico y térmico, debido a la presencia de los eventos La Niña 2007 – 2008 y su reactivación 2008 -2009; el Niño 2009 – 2010 y, finalmente, La Niña 2010-2011. Estas anomalías produjeron un marcado aumento en frecuencia y magnitud de eventos extremos tales como inundaciones, deslizamientos, sequías, heladas, incendios y otros, los cuales a su vez ocasionaron un fuerte impacto en la economía nacional y en la calidad de vida de un gran segmento de la población.

-  Los efectos de los eventos ENSO en la precipitación y la temperatura en Colombia se extienden al período 2007 – 2010. Se evidencia que los fenómenos El Niño y La Niña afectan de manera importante los regímenes de temperatura del aire y precipitación en Colombia. En términos generales, se ha comprobado que



cuando se presenta el fenómeno El Niño, hay una tendencia hacia la disminución de los volúmenes de precipitación y al aumento de la temperatura, particularmente en las regiones Andina, Caribe y la parte norte de la región Pacífica. Durante el evento La Niña, ocurre el efecto contrario: aumento de lluvias y disminución de temperaturas en la mayor parte de las regiones Andina, Caribe y Pacífica.

El comportamiento de los niveles de los principales ríos de Colombia, en el periodo enero de 2010 y abril de 2011, estuvo influenciado drásticamente por el contraste de presentarse el ENSO en sus dos fases en el mismo año. Durante el primer semestre de 2010 se presentó el fenómeno de El Niño causando una reducción sustancial de los niveles particularmente en la cuenca Magdalena – Cauca. Por su parte, durante el segundo semestre de 2010 se presentó la fase fría del fenómeno, que conocemos como La Niña. Durante La Niña 2010-2011 los niveles de los principales ríos se incrementaron a tal punto de presentarse en algunos sitios los niveles máximos históricos e inundaciones.

Durante el segundo semestre de 2010 el territorio nacional se vio bajo la influencia de un fenómeno La Niña de características fuertes. Hasta finales de febrero de 2011, el área inundada total alcanza una superficie de 2'107.081 ha, en el área de estudio. En el aparte desarrollado en el texto se pueden encontrar los resultados en términos numéricos y gráficos (mapa) de las áreas afectadas por inundaciones 2010-2011.

### Coberturas de la tierra en Colombia

La caracterización de la cobertura terrestre es fundamental para entender y predecir la dinámica de los componentes del paisaje. Además proporciona un marco de referencia para el estudio de la sucesión y la dinámica de los ecosistemas,

y es una herramienta esencial para el diseño de políticas y estrategias de planificación, conservación y manejo sostenible de los recursos naturales (Ojima et ál., 1994).

En Colombia se realizó la adaptación de la metodología y la leyenda de Coberturas de la Tierra CORINE Land Cover a las condiciones nacionales por medio de la utilización de imágenes de satélite de resolución media, para la construcción de mapas a escala 1:100.000. Los resultados de este inventario tienen las siguientes categorías principales: Territorios artificializados, agrícolas, bosques y áreas seminaturales, áreas húmedas, superficies de agua.

### Estado de los Suelos

El crecimiento de la población, el desarrollo económico y la ampliación de los mercados globales han sido posibles por un cambio sin precedentes en el uso de los suelos. Usos que son generalmente insostenibles, cuyo impacto se traducen en degradación de los mismos. Degradación que toma diversas formas: desertificación, acidez, inestabilidad y erosión.

El territorio colombiano tiene el 23,77% de su área susceptible a desertificarse, con un 14,29% en algún grado de desertificación, siendo las zonas por extensión mayormente afectadas las de La región Caribe y la Orinoquía. Los esquemas de investigación se encuentran en ajuste permanente por parte de las Instituciones que tienen responsabilidades en el tema.

En Colombia es especialmente importante la relación entre estos procesos de degradación y la ocurrencia de fenómenos naturales, como el fenómeno La Niña. Para el periodo comprendido entre los años 2001 y 2011, se registraron oficialmente 5.261 movimientos en masa. Los eventos se concentran en la Región Andina.

## 2. Aspectos bióticos

Los indicadores que se utilizan para caracterizar el estado de los aspectos bióticos están relacionados con cobertura, distribución, densidad, reserva, transformación, amenaza y tendencias en los cuatro grandes temas en los que se estructura esta síntesis: bosques, ecosistemas y biodiversidad y especies.

### Coberturas de Bosques en Colombia

Dentro del trabajo realizado por los cinco institutos de investigación y el IGAC para el mapa de Ecosistemas Continentales, Marinos y Costeros de Colombia, uno de los insumos fue la capa de coberturas de la tierra, de la cual se obtuvo la información de la superficie cubierta por bosques. De igual forma y con el fin de avanzar en el conocimiento de la biomasa y los contenidos de carbono en los bosques del país, se realizó la estimación de las reservas potenciales de carbono en los bosques naturales de Colombia (Phillips et al; IDEAM 2011), los resultados de estos ejercicios son:

-  En Colombia la superficie de bosque está representada en tres grandes coberturas: Bosques naturales, Vegetación secundaria y Bosques plantados. Las coberturas boscosas en el país corresponden al 60,92% de la superficie continental, de las cuales el 53,64% están conformadas por bosques naturales, mientras que los bosques plantados tienen una baja representatividad a nivel nacional 0,14%.
-  Como ejercicio prioritario para las iniciativas de Reducción de Emisiones por Deforestación (REDD), se estimó que en Colombia el potencial total de carbono almacenado en la biomasa aérea de los bosques naturales asciende a 7.232.188.237 t C (equivalente a 26.542.130.828 t CO<sub>2</sub>e).

### Ecosistemas y Biodiversidad

La transformación de ecosistemas naturales resultante de las actividades humanas es una de las principales causas directas de pérdida de biodiversidad. Sin embargo, la transformación de ecosistemas naturales no siempre es total. Con frecuencia, la deforestación de un área es parcial, lo cual resulta en la creación de paisajes fragmentados en los cuales quedan algunos segmentos de vegetación natural, inmersos en una matriz de hábitats antropogénicos.

-  Los resultados de los indicadores de fragmentación calculados por el IAvH, muestran que aproximadamente el 33% de las áreas con coberturas naturales en los biomas se ha transformado.
-  Los estudios del IIAP permiten establecer que el 85% de los humedales del medio Atrato se encuentran en estado de alteración en sus dinámicas naturales.
-  El departamento del Chocó, en el Chocó Biogeográfico, es el que presenta mayor número de ecosistemas de humedales de tierras bajas, se puede afirmar que en el bajo y medio Atrato se encuentran cerca de 960.000 hectáreas correspondientes a estos ecosistemas, representados principalmente por ciénagas y bosques inundados, que se distribuyen a través de la llanura aluvial del río Atrato.
-  La superficie total de manglares y su distribución por municipios en la costa pacífica chochoana muestra la mayor cobertura de este ecosistema en el municipio de Bajo Baudó con un 57.9%, seguido del municipio del Litoral del San Juan con un 26.8%. El grado de intervención de los manglares de la Costa Pacífica chochoana, registra que 17.408.8 hectáreas presentan un alto grado de intervención, 16.505,1 hectáreas tienen grado medio de intervención y 3.460,6 hectáreas presentan un bajo grado de intervención.



- ▶ Para la Amazonía se definieron 59 tipos de ecosistemas a escala 1:500.000 representados en bosques naturales, ecosistemas acuáticos, sabanas naturales, arbustales, áreas de vegetación secundaria y zonas urbanas.

### Ecosistemas Marinos y costeros

Colombia posee entre sus regiones Caribe y Pacífico una longitud de línea de costa de 3.513 km y un área emergida de 15.232 km<sup>2</sup>, el INVEMAR presenta en este informe los resultados de sus estudios sobre el estado, las tendencias y los problemas ambientales de los componentes de los ecosistemas marinos y costeros: arrecifes coralinos, pastos marinos, litorales rocosos y fondos blancos:

- ▶ Colombia posee aproximadamente 1.091 km<sup>2</sup> de áreas coralinas. Solo una pequeña fracción (15 km<sup>2</sup>) se encuentra en la costa del Pacífico, y en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina se encuentra el 77% de las áreas coralinas del país, donde además se observan los arrecifes más complejos y desarrollados (Díaz et ál., 2000).
- ▶ El Sistema Nacional de Monitoreo de Arrecifes Coralinos del INVEMAR, pudo determinar entre otras que hay una tendencia a la disminución de la cobertura de coral vivo y de valores históricamente más bajos durante el 2008.
- ▶ Los manglares ocupan una extensión aproximada de 294.636,3 hectáreas (ha), de las cuales 62.245,3 ha se distribuyen en el Caribe y 232.391 ha en el Pacífico.
- ▶ La extensión de los pastos-praderas marinas en el Caribe Colombiano es de alrededor de 43.223 ha, de las cuales el 80,3% se encuentra en el departamento de La Guajira, donde ocupan aproximadamente 34.674 ha.
- ▶ Los litorales rocosos predominan en el Caribe y el Pacífico colombianos con una extensión estimada de 889.400 km<sup>2</sup>, que constituyen el 99,5% de los ecosistemas submarinos (Guzmán-Alvis y Solano, 2002). Los problemas am-

bientales más frecuentes que enfrentan estos ecosistemas se relacionan con la erosión, contaminación, destrucción del hábitat por extracción o destrucción de rocas, construcción de infraestructura sobre ellos, sobreexplotación de recursos, disposición de basuras y vertimientos de aguas servidas.

- ▶ Los fondos blandos predominan en el mar territorial del Caribe y el Pacífico Colombiano con una extensión estimada de 889.400 km<sup>2</sup>, que comprende el 99,5% de los ecosistemas submarinos (Guzmán-Alvis y Solano, 2002).

### Especies

En esta edición del Informe el IAvH incluye una aproximación a los indicadores de riqueza, distribución y representatividad taxonómica y geográfica de la biodiversidad colombiana en el nivel de especies, así mismo se realiza una descripción de las especies fáunicas de interés ecológico especial para el Chocó Biogeográfico dando además alertas de las especies amenazadas y las especies migratorias, y de la diversidad florística de la Amazonía; dentro de la que se observa, un número significativo de especies introducidas y con antecedentes de invasión, el análisis de las condiciones del ecosistema acuático que busca contribuir a una gestión más acertada de las pesquerías amazónicas y la identificación de los vacíos y requerimientos de investigación en la Amazonía basada en revisiones bibliográficas:

- ▶ Se encontraron un total de 711.087 registros para 32 departamentos además de Bogotá y áreas en litigio y registros sin departamento. Del total de registros se encontraron 32.318 especies y 4.192 taxones no identificados.
- ▶ En los bosques húmedos, nubosos y secos, ciénagas, páramos y manglares del Chocó Biogeográfico se concentra una enorme diversidad paisajística y ambiental, que posibilita la ocurrencia de más del 40% de los vertebrados de Colombia. Muchas de estas especies poseen un rango de distribución restringido a la región o a pequeñas localidades; otras por la alta presión ejercida

sobre los ecosistemas se encuentran en algún grado de amenaza según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) o se encuentran dentro de los apéndices Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES por su sigla en Inglés) y muchas otras especies de aves y mamíferos tienen como punto sur de migraciones esta región.

-  El SINCHI registró en el Alto Río Negro en el Departamento del Guainía para las diferentes coberturas de vegetación entre la Serranía de Naquén y la Piedra de Cocuy, 210 especies agrupadas en 156 géneros y 73 familias botánicas. Las familias con mayor número de especies fueron Rubiaceae con 25 especies, Clusiaceae y Melastomataceae con 10 cada una. Las 11 familias con mayor número de especies reúnen el 46% del total de especies; por otro lado, 33 familias fueron representadas por una sola especie. Los géneros con mayor número de especies fueron Psychotria (Rubiaceae) con 7 especies, Clusia (Clusiaceae) con 6.
-  De un total de 580 colecciones de flora no vascular (briófitos y líquenes) colectadas en el departamento del Vaupés, se ha determinado el 75% para un total de 27 familias (11 musgos, 10 hepáticas, 6 líquenes); 52 géneros (14 musgos, 28 hepáticas, 10 géneros) y 76 especies (20 musgos, 46 hepáticas, 10 líquenes). Los grupos vegetales de mayor dominio fueron las hepáticas foliosas y los musgos pleurocárpicos, seguidos de los líquenes fruticosos, foliosos y crustáceos mientras que el desarrollo de las hepáticas talosas y los musgos acrocárpicos fueron escasos o raros.
-  En la región Amazónica Colombiana existen alrededor de 160 especies de plantas introducidas (Cárdenas et ál. en preparación), de las cuales 96 tienen antecedentes de invasión en al menos una de las siguientes bases de datos: I3N, GISD, ISSG, HEAR, HNIS y USDA (Cárdenas, J. Tesis de Grado). Estas 96 especies están agrupadas en 49 familias y constituyen el listado de plantas introducidas en la región amazónica con antecedentes de invasión con el cual se implementó

la herramienta de riesgo de establecimiento e invasión de I3N.

-  El Instituto SINCHI, con el fin de contribuir a una gestión más acertada de las pesquerías amazónicas, ha abordado el análisis de las condiciones del ecosistema acuático, en donde la actividad pesquera es un componente más del sistema, mediante la modelación ecosistémica de la pesquería de bagres con el software ECOPATH. El nivel trófico (NT) promedio de la pesquería fue de 3,3, lo que refleja que las capturas se sostienen por especies ubicadas en niveles altos de la trama trófica, especialmente bagres de la familia *Pimelodidae* cuyas característica de sus ciclos de vida, llaman especial atención en cuanto a estrategias de manejo a aplicar para estas especies.
-  La investigación en fauna en la Amazonía, con énfasis en Colombia, ha mantenido una tendencia de crecimiento a través del tiempo, no solo en número de investigaciones sino también en las temáticas abordadas. Desde 1950 aproximadamente, se incrementa drásticamente el número de investigaciones pasando de 18 documentos publicados para la Amazonía entre los años 1900 y 1939 a 60 referencias publicadas entre 1940 y 1960, llegando a 324 documentos para finales de siglo (de 1980 a 1999) y 450 publicaciones en la última década.

### 3. Presiones sobre el ambiente y los recursos naturales

La presión ejercida sobre la biodiversidad y los ecosistemas se ha caracterizado por medio de indicadores de cambio de ecosistemas, amenaza y concentración de especies, uso de recursos y generación de gases y residuos principalmente.

#### Deforestación en Colombia y otros impactos sobre los ecosistemas y biodiversidad

El IDEAM cuantificó la deforestación histórica para Colombia en los periodos 1990-2000, 2000-2005 y 2005-2010.



- ▶ Durante el periodo 1990-2000 se perdieron 2'800.000 ha de bosque natural, entre 2000-2005 1'575.000 ha y en el periodo 2005-2010 1'191.000 ha.
- ▶ La deforestación promedio anual en el periodo 1990-2000 fue de 280.000 ha/año, aumentando a 315.000 ha/año en el periodo 2000-2005 y descendió a 238.000 ha/año en el periodo 2005-2010.
- ▶ En el periodo 2000-2005 la participación de las coberturas de pastos y vegetación secundaria es homogénea (39% y 35% respectivamente) mientras que para el periodo 2005-2010 la participación de pastos supera el 50% del área de cambio. Este comportamiento puede ser indicativo de un proceso de praderización y también resalta la importancia de los fenómenos de degradación en Colombia.
- ▶ En relación con las áreas detectadas como de "cambio" en cobertura boscosa, se encuentra que para ambos periodos (1990-2000 y 2000-2005) los mayores niveles de transformación se presentan en la Amazonía con una deforestación promedio de 132.173 y 109.046 ha/año, respectivamente.
- ▶ Se reportaron incendios forestales en 28 departamentos, Chocó, Amazonas, San Andrés y Vaupés fueron los únicos que no tuvieron reportes. Las hectáreas afectadas en este periodo ascendieron a 115.640, siendo 33.097 ha en el año 2009 y 82.543 ha en el año 2010, particularmente durante el primer trimestre, periodo en el que el territorio nacional estaba afectado por el fenómeno El Niño. En áreas protegidas se reportaron 12 incendios forestales que sumaron un área aproximada de 7.806,42 ha.
- ▶ La Amazonía es una de las áreas del país más afectadas por cambios en la cobertura boscosa, tales cambios se observan entre los años 2002 a 2007. Cambios que se analizaron desde el punto de vista del Instituto SINCHI y muestran una deforestación de 153.600 ha/año, los

pastos tuvieron un incremento de 202.816 ha/año y se fragmentaron 41.337 ha/año.

- ▶ La población amazónica en el 2005 es de 1.177.484 habitantes, de los cuales 506.105 corresponden a población asentada en cabeceras municipales y 671.379 a personas que viven en el resto del territorio. Más del 84% de la población total (989.877 habitantes) se encuentra ubicada en la subregión noroccidental, la cual tiene una superficie equivalente al 34,4% de la región. El restante 16% de la población se encuentra en la subregión suroriental, la cual ocupa el 65,6% de su superficie.

### Especies amenazadas en Colombia - Presiones sobre la Biodiversidad

Un indicador de presión sobre la biodiversidad mundialmente aceptado es el de especies amenazadas. Las categorías y criterios de la UICN son la base para la clasificación de especies de acuerdo a su grado y tipo de amenaza de extinción, para Colombia se concluyó que:

- ▶ De las 1.117 especies evaluadas, se reportaron 168 en peligro crítico, 372 en peligro, 577 en amenaza vulnerable; y a escala nacional 3 especies se registran como extintas.
- ▶ En Chocó Biogeográfico se registra la presencia de varias especies forestales en diferentes grados de amenaza. En los municipios de Istmina, Juradó, Riosucio, Río Quito y Carmen del Darién se encuentran las siguientes especies amenazadas: Jigua Negro, Guayaquil, Abarco, Pino Amarillo, Guayacán Amarillo, Nispero, Chanó, Guayacán Negro, Carrá, Choibá, Cedro, Caoba, Roble, Chachajo, Algarrobo, Incibe y Trúntago, entre otras.
- ▶ El indicador de Captura de peces comerciales por debajo de las tallas reglamentarias entre el año 2007 – 2008 muestra un fuerte impacto negativo de la pesca para el río Amazonas. Esta se incrementa al pasar de 33% en 2002 a

62% en 2008, lo que lo ubica en la categoría de alta afectación del recurso, mientras que en la cuenca del Putumayo, los valores han pasado de 41 a 45%.

- La introducción de especies marinas, en ambientes naturales, ha sido identificada como la segunda amenaza más grande a la biodiversidad. Las 16 especies identificadas hasta la fecha se encuentran el alga *Kappaphycus alvarezii*, los corales *Carijoa riisei* y *Tubastraea coccinea*, el poliqueto *Alitta succinea*, los bivalvos *Electroma sp.*, *Corbicula fluminea*, *Perna perna* y *Perna viridis*, los crustáceos *Balanus amphitrite*, *Penaeus monodon*, *Charybdis hellerii* y *Rhithropanopeus harrisi* y los peces *Oreochromis niloticus*, *Trichogaster pectoralis*, *Omobranchus punctatus* y *Pterois volitans*.

### Uso de energía, suelo, agua y generación de residuos y gases al ambiente

Los niveles de uso de energía, aire suelo y agua son fundamentales para comprender el alcance de los impactos de las actividades sectoriales antes de obtener la huella de carbono que en principio se estima a partir de los inventarios de gases de efecto invernadero:

- El comportamiento del consumo energético sectorial del país en un periodo de análisis comprendido entre 1990 y 2009 (UPME, 2011), fue de 1.287.767 TJ.
- En el año 2010, se registra un uso del suelo de 4,9 millones de hectáreas en cultivos, 38,5 millones de hectáreas en actividades ganaderas y tan solo 350 mil hectáreas en otras actividades agrícolas. Para un total de 43,7 millones de hectáreas.
- La demanda hídrica, conforme a los sectores seleccionados: Servicios, Industria, Doméstico, Pecuário y Acuícola, Energía y Agrícola, con inclusión del agua extraída no consumida alcanza en 2008 un orden de magnitud de 35.877

Mm<sup>3</sup>. Teniendo en cuenta la demanda reportada, cerca de la mitad de la demanda hídrica total es empleada en el sector agrícola como distritos de riego (54,03%). Aproximadamente una cuarta parte se emplea en el sector energético (19,44%). La otra cuarta parte se divide entre los sectores pecuario y acuícola (13,34%), doméstico (7,26%), industrial (4,40%) y servicios (1,47%).

- El sector agrícola es el que mayor uso hace del agua subterránea (75%), seguido de lejos por el sector doméstico (9%) y el industrial (7%). El uso de agua subterránea más extendido en el sector agrícola se da en el Valle del Cauca, que consume el 58% del total consumido por el sector en todo el país. El uso en sectores pecuario y de servicios apenas alcanza el 6% en total. (IDEAM 2010b).

- En relación al agua como receptor final de desechos, se ha establecido que la carga orgánica biodegradable total DBO generada en Colombia durante el año 2008 por los sectores mencionados se estimó en 1.063.144 toneladas, pero se vertieron a los sistemas hídricos 729.300 toneladas, que equivalen a 2.026 toneladas por día, indicando que se removió el 31% de la carga a través de tratamiento de aguas residuales.

- Según datos de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), la generación per cápita de residuos sólidos ordinarios en 1.098 municipios de Colombia durante el periodo 2006-2009 fluctuó entre 0,63 y 0,75 kg/hab/día.

- Los establecimientos generadores de residuos peligrosos (RESPEL) reportaron a nivel nacional un total de 90.330,3 toneladas para el año 2009 siendo las actividades que aportaron en mayor medida a dicha generación, en su orden: transporte por tuberías 14.5%, industrias básicas del hierro y el acero 13.8%, actividades de las instituciones prestadoras de servicios de salud con internación 9,2%,



extracción y aglomeración de hulla 8,1% y fabricación de productos metálicos para uso estructural 6.5%.

- ▶ El 80% de la generación de RESPEL en 2009 se concentró mayoritariamente en la jurisdicción de diez de las autoridades ambientales que realizaron transmisión de la información al Sistema de Información Ambiental.
- ▶ Alrededor del 99% de las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) de Colombia, en unidades de CO<sub>2</sub> equivalentes, se componen de CO<sub>2</sub> (50%), CH<sub>4</sub> (30%) y N<sub>2</sub>O (19%); quedando el 1% para el resto de gases que causan efecto de invernadero y que no están dentro del Protocolo de Montreal (HFC's, PFC's y SF<sub>6</sub>). La distribución porcentual del inventario de GEI ha estado principalmente dominada por las emisiones derivadas de los sectores de Agricultura y Energía.
- ▶ Los contaminantes monitoreados en los sistemas de vigilancia de la calidad del aire de las principales ciudades del país son: Material Particulado menor a 10 micras PM<sub>10r</sub>, Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>), Monóxido de Carbono (CO) y Ozono (O<sub>3</sub>). Desde el punto de vista del contaminante criterio en Colombia, el que causa mayor preocupación, dada su concentración, es el PM<sub>10r</sub>, ya que en muchas ocasiones sobrepasa el límite máximo permisible establecido por la norma y la comprobada afectación a la salud de la población expuesta, en especial de los grupos sensibles.

#### 4. Respuestas, retos y oportunidades

Los indicadores utilizados para dar cuenta de los resultados son: áreas en conservación o restauración, disposición o concentración de contaminantes.

##### Restauración y Conservación

El Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN) es uno de los mayores logros en materia de conservación y ordenamiento ambiental territorial que el

país ha desarrollado en las últimas décadas. Entre tanto, las actividades de reforestación sean de carácter protector o productor constituyen las acciones más importantes en restauración de bosques y de ecosistemas:

- ▶ El SPNN se compone de 56 áreas ubicadas en los diferentes departamentos de Colombia, que suman un total de 126.023,21 km<sup>2</sup>, lo que representa el 11% del territorio nacional; las categorías en que se dividen dichas áreas son: 41 Parques Nacionales Naturales, 1 Área Natural Única, 2 Reservas Nacionales Naturales, 11 Santuarios de Fauna y Flora y 1 Vía Parque.
- ▶ Para 1998, las áreas de Parque Nacionales Naturales (PNN), eran 46 con una superficie física de 92.772,53 km<sup>2</sup>, que representan el 8.13% del territorio nacional.
- ▶ En el periodo 2000 a 2007 se establecieron en Colombia un total de 41.223 hectáreas, de plantaciones forestales de carácter protector.
- ▶ De acuerdo con los registros obtenidos el establecimiento de plantaciones productoras para el 2004 fue de 19.900 hectáreas, y para el 2007 fue de 12.075 hectáreas.
- ▶ El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), en el año 2009 registró un total de 55.214 hectáreas forestales cultivadas con fines comerciales y sistemas agroforestales.

##### Gestión Ambiental

Esta sección muestra los resultados frente a temas como residuos peligrosos, que es alimentado por el registro de generadores de RESPEL, sistemas de vigilancia y calidad del aire, programas de análisis y prevención de ruido que sustenta el SISAIRES y finalmente el uso de la energía renovable que tiene que ver con la eficiencia energética y las economías bajas en carbono:

- ▶ Se reportaron para el período de balance del año 2009 un total de 108.802,2 toneladas de residuos peligrosos gestionadas.

El IDEAM en el 2010 pudo determinar que como avances en la gestión de la calidad del aire el 82% de las entidades analizadas ha adelantado programas de control y seguimiento a fuentes fijas y el 65% ha implementado programas dirigidos a fuentes móviles. Los programas asociados a la prevención y el control de las emisiones de ruido se realiza por parte del 53% de las autoridades ambientales estudiadas y otras problemáticas como el desarrollo de programas de control sobre áreas fuente y la medición de olores ofensivos representan el 29% y el 18%, respectivamente.

Actualmente, en el país se contempla la evaluación, control y seguimiento de problemática de ruido a través de la elaboración de mapas de ruido en las poblaciones con más de 100.000 habitantes y como resultado de estos estudios la formulación de planes de descontaminación por ruido que sirvan como herramienta para la planificación del ordenamiento territorial. A la fecha se encuentran disponibles el 46% de los estudios para la elaboración de los mapas de ruido.

Colombia cuenta con 101 sonómetros para la medición de ruido y el MAVDT se encuentra trabajando en la elaboración de un Protocolo de Medición de Ruido, considerando la necesidad de estandarizar los procedimientos de medición y la elaboración de mapas de ruido y los planes de descontaminación por ruido.

Se concluyó que durante el periodo comprendido entre los años 1990-2009 de la oferta interna total de energía el 21% se originó en fuentes renovables primarias como la hidroenergía, la leña, el bagazo y la eólica y secundarias como el biodiésel y el alcohol carburante.

### Adaptación al cambio climático

Colombia registra importantes avances en el desarrollo, análisis e implementación de medidas

de adaptación frente a los efectos adversos del cambio climático. Los siguientes dos proyectos piloto de adaptación se desarrollaron para el periodo 2005-2010:

El Proyecto INAP que apunta a la mejora en la capacidad técnica y científica del IDEAM para la realización de escenarios de cambio climático en el país y para difundir la información climática a nivel sectorial, así como la constitución de un sistema de vigilancia y alerta temprana epidemiológica de dengue y malaria en el Instituto Nacional de Salud (INS); la implementación de medidas de adaptación en ecosistemas de alta montaña y la implementación de sistemas de manejo integral de agua en la isla de San Andrés entre otros.

El Programa Conjunto de integración de ecosistemas y cambio climático en el macizo colombiano, que es una iniciativa que ha desarrollado de manera participativa el análisis de la vulnerabilidad actual del territorio al cambio climático, a partir del cual se realizó la construcción de una ruta de transición para la adaptación al cambio climático en la cuenca alta del río Cauca.

Entre las lecciones aprendidas que dejan estos pilotos se encuentra que la adaptación es un proceso de largo plazo, que una adaptación eficaz y efectiva está en función del grado de participación y apropiación por parte de la comunidad, la sinergia entre las instituciones, el diálogo de saberes, la flexibilidad al cambio y la sostenibilidad y continuidad de las medidas; que se requiere arraigo de la adaptación en la población pero también mejorar marcos normativos e institucionales e incorporar la planeación participativa para que las instituciones también se fortalezcan y que se debe asegurar el acompañamiento de las instituciones desde el principio del proceso social.



Fotografía: Eduardo Andrés Tobón Queceno





## 1. Contexto Nacional

Fotografía: Héctor Raúl Pabón Méndez



## Contexto Nacional

### Población

La población en Colombia para el año 2010 era de 45.508.205 habitantes<sup>1</sup>, siendo el segundo país más poblado de Suramérica y el cuarto de América.

La principal característica demográfica de la población colombiana es su relativa juventud, cerca del 55% de su población es menor de 30 años. Aunque es especialmente relevante el incremento de las personas mayores percibida entre el periodo de 1993 y 2005, hay una reducción de la proporción de personas dependientes por personas de edad laboral, en el año 1964 tal tasa sobrepasaba las 1,07 personas y en el 2005 era de 0,58 personas por una persona en edad de laboral<sup>2</sup>.

La densidad demográfica calculada en 40 hab/km<sup>2</sup>, correspondiente a un territorio continental de 1.141.748 km<sup>2</sup>. está distribuida de manera irregular. El país posee zonas urbanas con 3.500 hab/km<sup>2</sup> en ciudades como Bogotá o Medellín, contrastando con zonas selváticas, especialmente al sur y otras al occidente del país con menos de 1 hab/km<sup>2</sup>. Aspecto este de importancia ambiental determinante, dado que el país cuenta con extensas regiones que han estado ligadas a programas de conservación que son fundamentales para la sostenibilidad del desarrollo.

Al igual que en la mayor parte de los países en desarrollo, el proceso de urbanización en Colombia es vertiginoso, el 85% de la población habita en centros urbanos mayores a los 20,000 habitantes y el 15% aproximadamente habita en zonas rurales, esto debido en gran medida al crecimiento de actividades industriales y de servicios.

### Desempeño económico interno y externo

Con un PIB cercano a 183 millones de dólares en el año 2010 (a pesos de 2005) Colombia no alcanza el PIB obtenido en el 2007, en este año se logra, por primera vez en 20 años, superar el 7,7% en el crecimiento real de la economía. Este éxito hizo que el país fuera considerado en el grupo de países CIVETS<sup>3</sup> (Colombia, Indonesia, Vietnam, Egipto, Turquía y Sudáfrica) o parte de las economías emergentes que "tendrán un dinamismo especial en los próximos años"<sup>4</sup>.

Por sectores, en el año 2010 se mantiene la tendencia hacia la recomposición del PIB, que inicia en el año 70, contrastando fuertemente el 6% de participación del sector agrícola con el 39% del sector servicios de este año, es decir, la pérdida de participación en el PIB del sector agrícola y el crecimiento en la participación en el PIB del sector servicios e industrial se mantiene<sup>5</sup>, a pesar de esto, los principales ingresos obtenidos producto del comercio exterior siguen originándose en las actividades agrícolas y en las de explotación de materias primas.

Para el Fondo Monetario Internacional el valor agregado de la economía colombiana a la economía mundial depende esencialmente de la explotación de sus materias primas y de sus recursos naturales<sup>6</sup>. En Colombia entre los años 2004 y 2010 se ha quintuplicado la inversión extranjera, especialmente en la explotación de minerales y de recursos naturales, condición que tiende a mantenerse en los próximos años.

### Nivel de vida

En el año 2010 el PIB per cápita de Colombia escasamente supera los 9 mil dólares promedio. Esto significa que el nivel de vida de los colombianos se incrementó en un 12% en comparación al año 2005. El PIB per cápita de Colombia en aquel año fue de US\$7.800<sup>7</sup>, levemente inferior al promedio de los países latinoamericanos y mucho menor al de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD por su sigla en Inglés). Es decir, 4,7 veces menor al de un habitante de uno de estos países.

Es importante destacar que en Colombia el ingreso per cápita del 90% de la población es menor a US\$ 291 en el año 2005<sup>8</sup>, los ingresos percibidos por este

grupo se perciben principalmente en el sector informal de la economía<sup>9</sup>.

Con la Constitución de 1991, en Colombia se fortalece la aplicación de diferentes instrumentos para focalizar el gasto público y así mejorar la distribución del Ingreso. Los principales esfuerzos se realizaron en el sector de los servicios públicos, educación y salud. Es así como después de entrada en vigencia la ley general de servicios públicos, se comienza a hablar de cobertura universal en los servicios públicos. Como resultado de su aplicación en el año 2009 el 95% de los colombianos habitan en centro y cabeceras urbanas tiene acceso a la energía eléctrica, 80% a agua potable y 70% a un sistema de alcantarillado. De la misma forma, se incrementa la cobertura de la educación a distancia y la práctica laboral en Instituciones de formación básica intermedia.

En general, la población más joven en la última década tiene ahora más educación que la educación recibida por sus padres o abuelos, lo cual es especialmente importante y promisorio en relación al aporte del trabajo en el desarrollo y en especial en el avance de una conciencia ambiental y en la importancia conferida al desarrollo sostenible.



Fotografía: Héctor Raúl Pabón Méndez



## Notas finales

---

- <sup>1</sup> DANE. 2011. Estadísticas sobre población. Bogotá. [www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co). Consultada 24 de junio de 2011.
- <sup>2</sup> Cárdenas S. Mauricio. 2009. Introducción a la economía colombiana. 2a. edición. Bogotá. Colombia.
- <sup>3</sup> Término acuñado por el economista Robert Ward en el año 2010.
- <sup>4</sup> Cárdenas 2009.
- <sup>5</sup> DANE. 2011. proyecciones.
- <sup>6</sup> FMI. 2010. Perspectivas económicas. Las Américas. Octubre de 2010. Washington D. C.
- <sup>7</sup> PNUD 2011. *Indicadores Internacionales de Desarrollo Humano. PIB (producto interno bruto) per cápita (PPA en US\$ de 2008)*. Cálculos de la HDRO. New York. PNUD. Accessed: 2/2/2011, 1:09 PM en <http://hdr.undp.org/es/>
- <sup>8</sup> Cárdenas 2009.
- <sup>9</sup> El sector informal de la economía no contribuye al sistema pensiones o cesantías ni al impuesto a la renta.





## 2. Estado del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales

### **Investigadores**

IDEAM – Margarita Gutiérrez, Carlos Gómez, Luz Marina Arévalo, Reinaldo Sánchez, Vicente Peña, Claudia Olarte, Jorge Luis Ceballos, Édgar Leonardo Real, Félix Ignacio Meneses, Ernesto Rangel, Franklin Ruiz, Gonzalo Hurtado, Olga Cecilia González, Henry Benavides, Ómar Franco, Nelsy Verdugo, Fabio Bernal, José Ville Triana, Claudia Olarte.

### **INVEMAR**

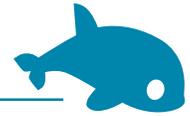
Luisa Espinosa, Lizbeth Janet Vivas, Julián Betancourt, Juan Pablo Parra, Jesús Garay.

### **Colaboradores**

IDEAM – Nelson Ómar Vargas M., Martha García, Luz Consuelo Orjuela, Martha Aldana, Fabian M. Pinzón, Óscar Martínez, Claudia Contreras, Andrea Piñeros, Cristian Euscátegui.

Parque Nacional Natural Los Nevados, Parque Nacional Natural El Cocuy, Secretaría General de la Comunidad Andina (SGCAN) «Proyecto PRAA», Grupo de Trabajo de Nieves y Hielos Andinos (GTNH), IRD (Francia), Universidad de Zurich.

Fotografía: Héctor Raúl Pabón Méndez



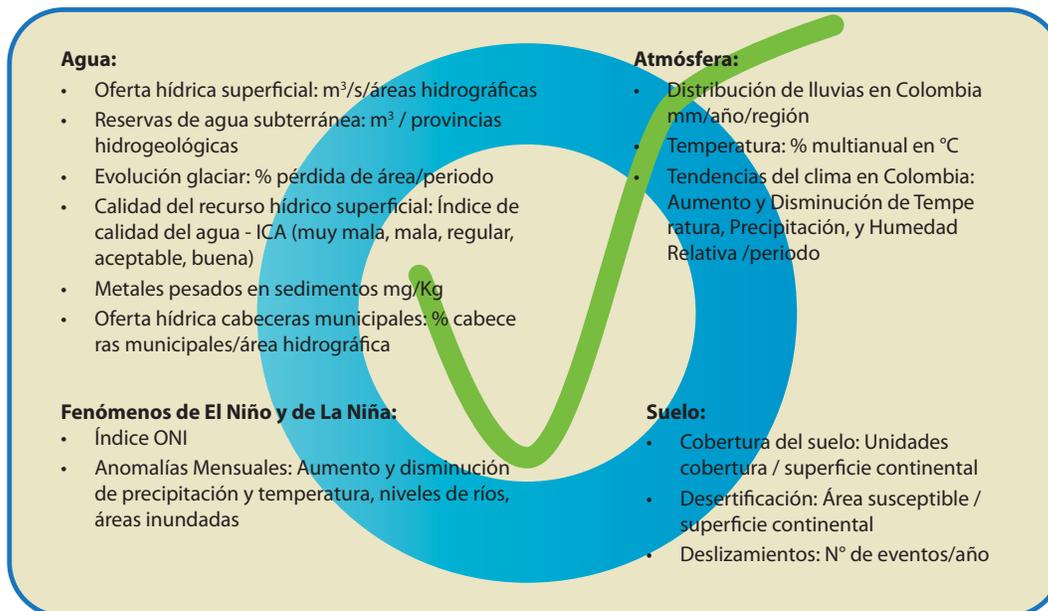
## 2. Estado del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales

El conocimiento y el desarrollo de la información sobre el entorno natural, en sus aspectos físicos y biológicos, son esenciales para el desarrollo de la gestión ambiental y la atención integral del riesgo en Colombia, país donde las especiales condiciones ambientales y la vulnerabilidad ante el rigor de la naturaleza se entremezclan y configuran un escenario especial a nivel global.

De acuerdo a los preceptos del modelo GEO, se reseñarán los resultados de investigación sobre entorno natural y desarrollo de información del IAVH, INVEMAR, IIAP, SINCHI, DANE, IGAC e IDEAM que se exponen en dos componentes: aspectos físicos tratado en el capítulo 2 y el de estados bióticos tratado en el capítulo 3.

Para caracterizar los avances logrados en el conocimiento de los aspectos físicos, han sido fundamentales la agrupación de los resultados en dos tipos de indicadores por tipo de recurso; los de cantidad y los de calidad: Agua, que incluye los indicadores de oferta hídrica, disponibilidad del recurso y calidad del agua; atmósfera, que incluye el comportamiento del clima y sus anomalías y las tendencias; suelo, que incluye los indicadores de cobertura, estabilidad y de calidad de los mismos y, por último, biodiversidad y ecosistemas, que se desarrollarán en el capítulo siguiente, que incluye indicadores de densidad y de distribución. (Figura 2.1).

**Figura 2.1** Mapa de Indicadores sobre aspectos físicos



## 2.1 Agua

Uno de los más importantes problemas ligados al desarrollo sostenible a nivel global se encuentra relacionado con la escasez relativa del agua, sus excesos y oportunidad, así como la alteración de los sistemas naturales, entre otros, por parte del hombre que conlleva al deterioro del recurso.

En la presente sección se hace una síntesis de la estimación de la oferta hídrica en sus componentes más importantes, agua superficial y de reservas de agua subterránea con base en los resultados del Estudio Nacional del Agua (ENA) desarrollado por el IDEAM en el 2010. De la misma manera, se incluyen las condiciones de calidad del agua en los ríos monitoreados por el IDEAM y los contaminantes monitoreados en las aguas marinas y costeras del Caribe y del Pacífico Colombiano por el INVEMAR.

### 2.1.1 Oferta hídrica superficial, reservas subterráneas y glaciares

#### Oferta hídrica superficial

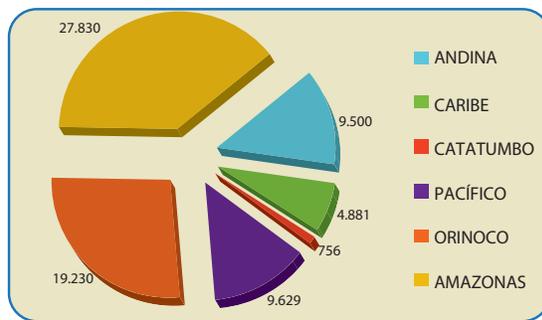
Del volumen total anual de precipitación en Colombia ( $3.700 \text{ km}^3$ ), el 61% se convierte en escorrentía superficial, equivalente a un caudal medio de  $71.800 \text{ m}^3/\text{s}$ , correspondiente a un volumen de  $2.265 \text{ km}^3$  al año. Este caudal fluye por las cinco áreas hidrográficas en las que se ha dividido el territorio nacional continental.

La cuenca Magdalena-Cauca contribuye a este caudal total con el 13%, la Amazonía con 39%, la Orinoquía con 27%, el Caribe –incluida la cuenca del río Catatumbo– contribuye con el 8% y el Pacífico aporta el 13%. (Figura 2.2).

Colombia se clasifica como uno de los países con mayor oferta hídrica natural del mundo. En el ENA 2010 se estima un rendimiento hídrico promedio de  $63 \text{ l/s-km}^2$  que supera seis veces el rendimiento promedio mundial ( $10 \text{ l/s-km}^2$ ) y tres veces el rendimiento de Latinoamérica ( $21 \text{ l/s-km}^2$ ).

La oferta hídrica superficial para el ENA 2010 representa el agua continental que escurre por la superficie e integra los sistemas de drenaje superficial. El rendimiento hídrico o caudal específico se define como la cantidad de agua superficial por unidad de superficie de una cuenca, en un intervalo de tiempo dado  $\text{l/s-km}^2$ . Este concepto permite expresar la escorrentía por unidad de área para cuantificar la oferta hídrica superficial.

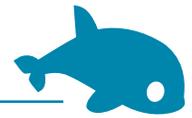
**Figura 2.2 Distribución de caudales ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) por áreas hidrográficas**



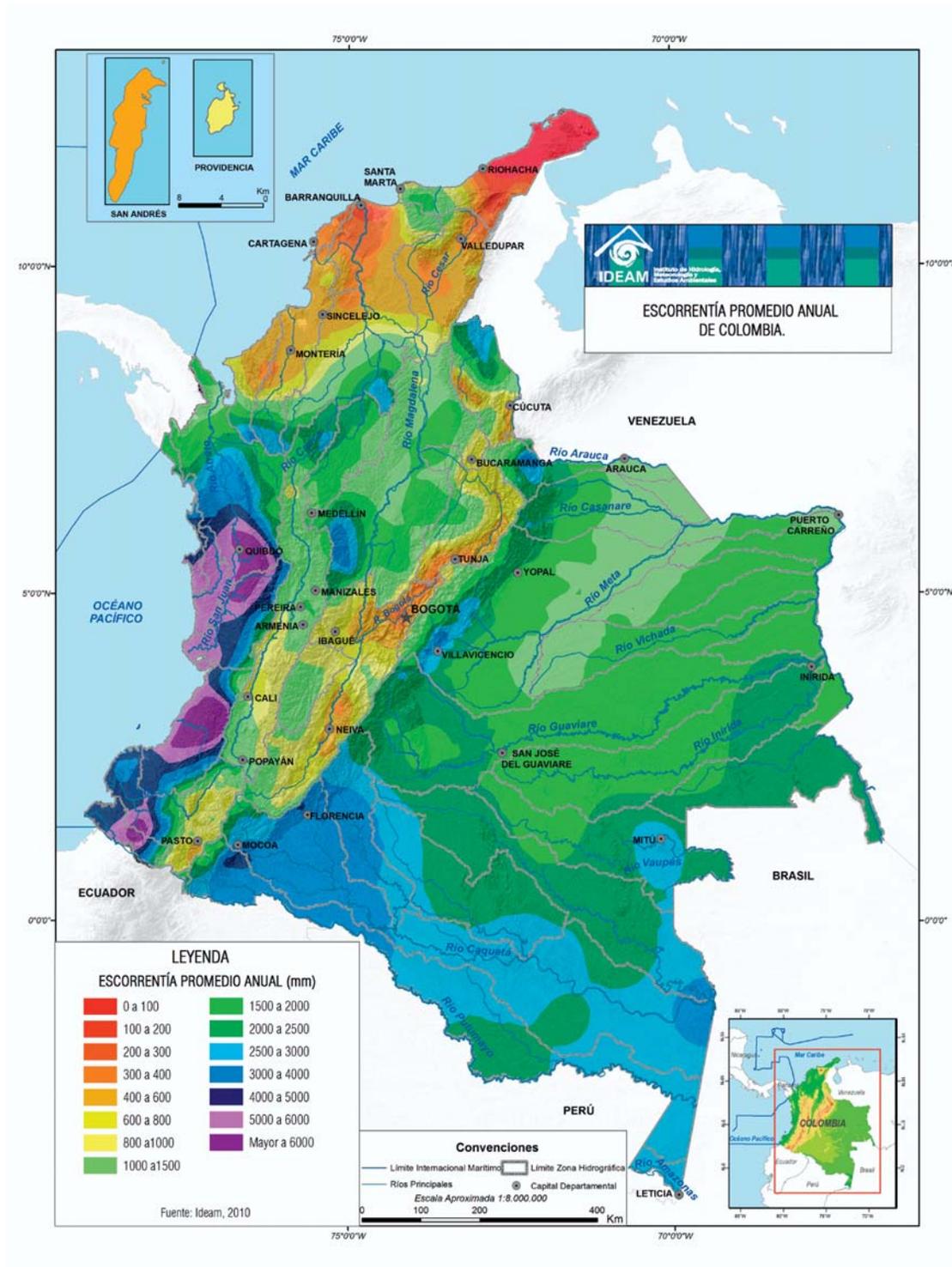
Fuente: IDEAM, 2010b.

En términos de cantidad de agua que fluye por unidad de área, el Pacífico cuenta con el mayor rendimiento hídrico medio del país, estimado en  $124 \text{ l/s-km}^2$ , la Amazonía presenta rendimiento promedio de  $81 \text{ l/s-km}^2$ , y el Orinoco y el Caribe, de  $55 \text{ l/s-km}^2$ . Las cuencas hidrográficas de los ríos Catatumbo y Magdalena-Cauca tienen los rendimientos promedio más bajos del país, con  $46 \text{ l/s-km}^2$  y  $35 \text{ l/s-km}^2$ , respectivamente; aun así, estas áreas hidrográficas duplican el rendimiento promedio de Latinoamérica estimado en  $21 \text{ l/s-km}^2$ .

El régimen hidrológico del país se caracteriza por tener una escorrentía promedio de  $1.988 \text{ mm}$ , con rangos que van desde una escorrentía media de  $100 \text{ mm}$  al año en La Guajira hasta escorrentías mayores de  $6.000 \text{ milímetros}$  en el Pacífico. (Figura 2.3).



**Figura 2.3** Mapa Escorrentía promedio anual de Colombia



Fuente: IDEAM, 2010b.

En el Caribe, con excepción de la Sierra Nevada de Santa Marta y la cuenca del río Atrato, tiene normas de escorrentía bajas, la mayoría menores de 400 mm, mientras que regiones como el Pacífico, en particular la cuenca alta del río San Juan, presenta escorrentías muy altas, mayores de 5.000 mm.

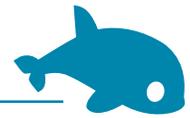
Se identifican sectores dentro de la cuenca Magdalena-Cauca con valores bajos de escorrentía en los altiplanos cundiboyacense, nariñense y de Pubenza;

igualmente, se observan lugares específicos como el desierto de la Tatacoa, en el Huila; el cañón de la cuenca del río Chicamocha y la cuenca alta del Catatumbo. Sin embargo, para el resto de la cuenca, la escorrentía se considera moderada, con valores entre 1.500 mm y 2.500 mm. El piedemonte llanero, de donde se desprenden los ríos que drenan la zona del Orinoco, se caracteriza por tener una escorrentía media alta, valores mayores de 2.000 mm. La escorrentía, en la zona de sabana orinocense, se considera como media alta.

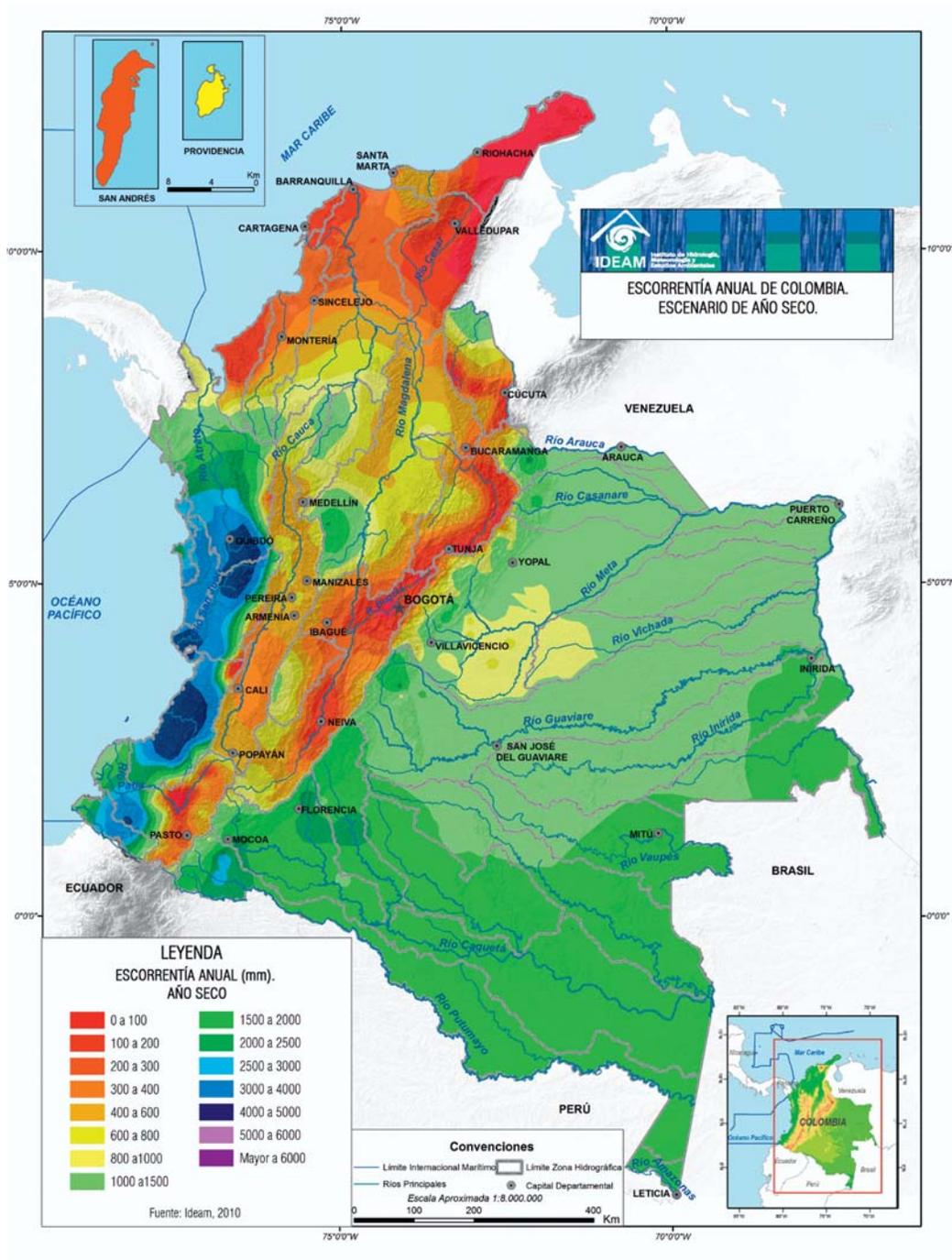
**Tabla 2.1 Oferta hídrica por zonas hidrográficas en Colombia (Mm<sup>3</sup>= millones de metros cúbicos)**

Área hidrográfica	Zona hidrográfica	Área (km <sup>2</sup> )	Caudal año medio (m <sup>3</sup> /s)	Caudal año seco (m <sup>3</sup> /s)	Oferta anual año medio (Mm <sup>3</sup> )	Oferta anual año seco (Mm <sup>3</sup> )
Magdalena Cauca	Alto Magdalena	34.569	860	384	27.132	12.121
	Saldaña	9.963	318	163	10.019	5.129
	Medio Magdalena	59.689	3.199	1.532	100.886	48.316
	Sogamoso	23.249	748	313	23.582	9.864
	Bajo Magdalena/ Cauca/-San Jorge	25.921	1.272	598	40.119	18.862
	Cauca	40.986	1.581	664	49.862	20.938
	Nechí	14.613	826	422	26.065	13.300
	Cesar	22.931	396	129	12.481	4.082
Bajo Magdalena	27.243	396	214	12.484	6.739	
<b>Total Magdalena Cauca</b>		<b>269.129</b>			<b>302.922</b>	<b>137.083</b>
Caribe	Atrato-Darién	37.810	3.993	2.589	125.952	81.658
	Caribe-Urabá	8.601	263	89	8.306	2.817
	Sinú	18.478	486	251	15.329	7.924
	Caribe-Litoral	1.992	20	11	620	338
	Caribe-Guajira	21.419	435	145	13.723	4.569
	Caribe Islas (S. Andrés, Prov., Sta. Cat.)	49	1	0.64	31	20
	Catatumbo	16.472	824	340	25.990	10.725
<b>Total Caribe</b>		<b>104.821</b>			<b>189.951</b>	<b>108.051</b>
Pacífico	Mira	5.870	786	451	24.787	14.238
	Patía	23.995	1.485	705	46.840	22.244
	Amarales-Dagua-Directos	20.795	3.212	2.171	101.313	68.467
	San Juan	16.412	2.431	1.661	76.682	52.401
	Baudó-Directos Pacífico	5.964	993	655	31.320	20.653
	Pacífico-Directos	4.252	512	311	16.147	9.801
	Pacífico Islas (Sin información)	-	-	-	-	-
<b>Total Pacífico</b>		<b>77.289</b>			<b>297.088</b>	<b>187.804</b>
Orinoco	Inírida	53.795	3.385	2.403	106.764	75.795
	Guaviare	84.570	5.031	3.417	158.675	107.770
	Vichada	26.212	1.290	879	40.672	27.722
	Tomo	20.301	991	690	31.241	21.768
	Meta	82.720	4.700	2.597	148.238	81.909
	Casanare	24.013	1.199	875	37.832	27.583
	Arauca	11.619	740	420	23.326	13.254
	Orinoco Directos	43.713	2.189	1.650	69.035	52.045
	Apure	264	16	7	501	228
<b>Total Orinoco</b>		<b>347.208</b>			<b>616.285</b>	<b>408.074</b>
Amazonas	Guanía	31.284	2.128	1.500	67.119	47.308
	Vaupés	37.694	2.669	1.812	84.187	57.135
	Apaporis	53.509	4.092	2.744	129.061	86.533
	Caquetá	99.969	9.212	5.584	290.543	176.118
	Yarí	37.127	2.933	1.965	92.500	61.977
	Caguán	20.757	1.929	1.184	60.840	37.336
	Putumayo	57.930	5.075	3.293	160.055	103.863
	Amazonas-Directos	3.269	261	180	8.238	5.664
Napo	456	27	16	846	508	
<b>Total Amazonas</b>		<b>341.994</b>			<b>893.389</b>	<b>576.442</b>

Fuente: IDEAM, 2010b.



**Figura 2.4** Mapa Escorrentía anual de Colombia. Escenario de año seco



Fuente: IDEAM, 2010b, pág. 73.

La comparación de escenarios de año medio y año seco (Figura 2.4 y Tabla 2.1) permite observar reducciones significativas en el volumen anual de escorrentía. De esta manera, se infieren reducciones del orden de 35% en el área del Amazonas, de 43% en el área Caribe, de 55% en el Magdalena-Cauca, de 37% en el Orinoco y de 36% en el Pacífico. Estos porcentajes pueden ser más altos, según la variabilidad de la oferta mensual disponible, meses más húmedos o más secos.

Las características y distribución de la oferta hídrica superficial disponible, para las 41 zonas hidrográficas del país, en condiciones hidrológicas medias y secas se presentan en la Tabla 2.1.

El ENA 2010 evaluó esta oferta disponible e indicadores asociados para las 309 subzonas hidrográficas del país y una aproximación indicativa para las cuencas fuente de abastecimiento de la población, con base análisis de escorrentía y rendimientos hídricos producto del balance hídrico superficial.

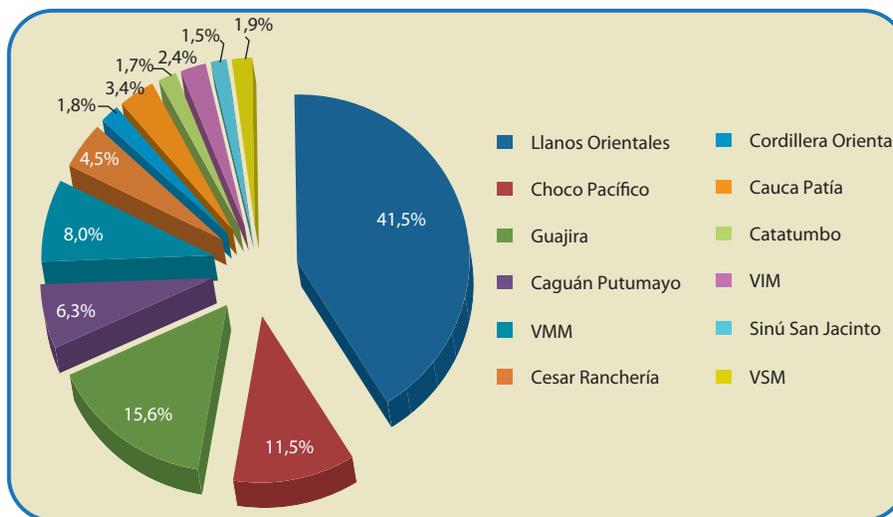
### Reservas de agua subterránea

En aguas subterráneas se determinaron las reservas para 16 provincias hidrogeológicas a partir de la

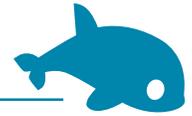
delimitación de las unidades de análisis, el modelo geológico básico, la información de espesores y capacidades de las formaciones para comportarse como unidades acuíferas y el rendimiento específico asociado a las características de los materiales del subsuelo (Figura 2.6). El 74,5% del territorio nacional está cubierto por provincias hidrogeológicas y solo el 25,5% (291.620,04 km<sup>2</sup>) por rocas ígneas, metamórficas o por ambientes con posibilidades hidrogeológicas desconocidas, limitadas o restringidas, lo cual indica por sí solo una riqueza de recurso hídrico subterráneo que no ha sido objeto de evaluación formal.

El volumen total de aguas subterráneas es del orden de 5.848x10<sup>9</sup> metros cúbicos (5.848 km<sup>3</sup>). Casi tres veces la oferta de agua superficial disponible. Las mayores reservas del país se encuentran en las provincias de los Llanos Orientales, Caguán-Putumayo y Cordillera Oriental. Paradójicamente, las provincias con mayor aprovechamiento, como Cauca-Patía, tienen menor cantidad de reservas, aunque suficientes para suplir necesidades actuales y ser incorporadas a estrategias de uso conjunto en el marco de la Gestión Integrada de Recurso Hídrico (Figura 2.5).

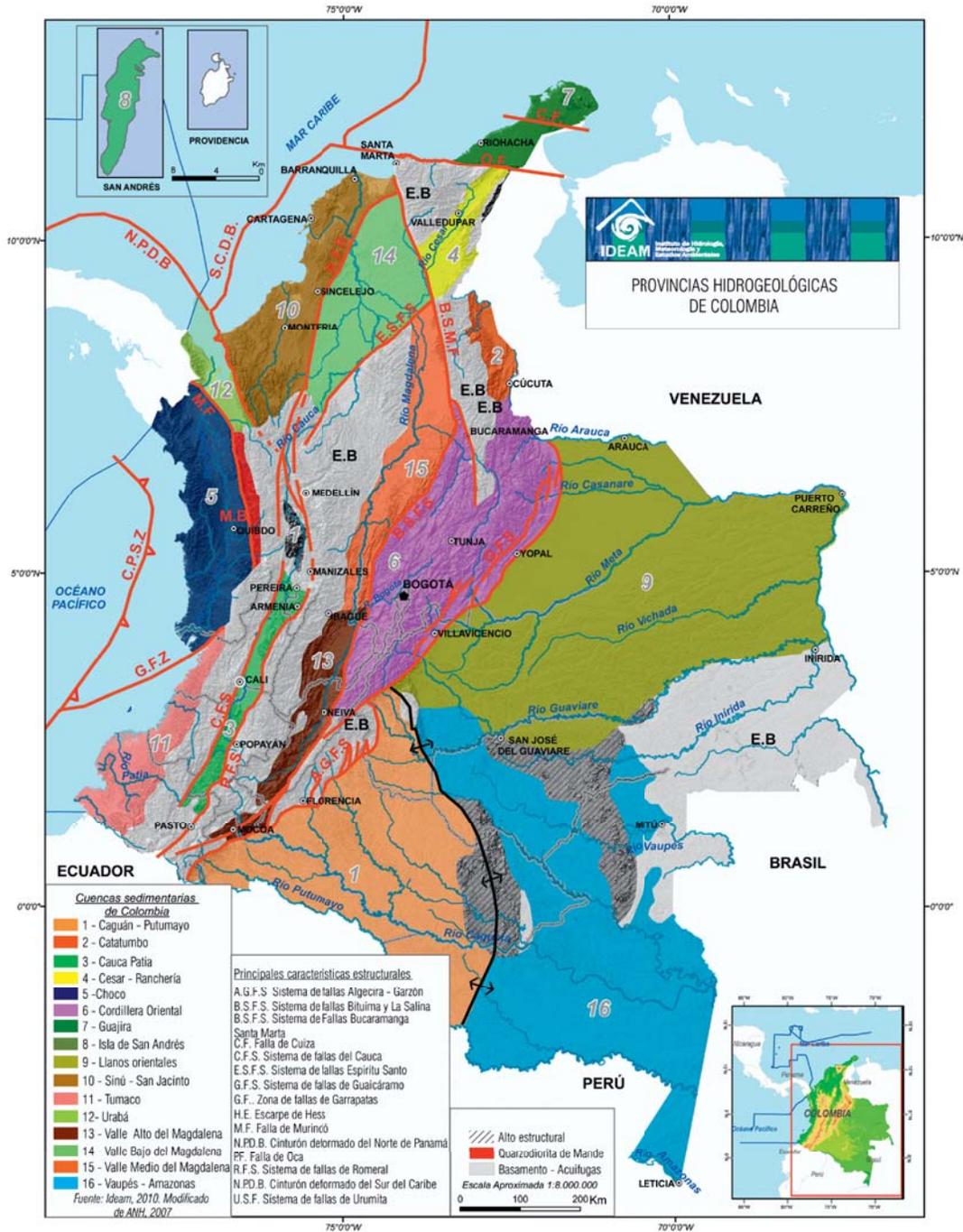
**Figura 2.5** Distribución porcentual de reservas de aguas subterráneas por provincia hidrogeológica



Fuente: IDEAM, 2010b.



**Figura 2.6** Provincias hidrogeológicas de Colombia



Fuente: IDEAM, 2010b.

Evolución total de aguas subterráneas del orden de 5.848x10<sup>9</sup> metros cúbicos (5.848 km<sup>3</sup>) ✓. Casi tres veces la oferta de agua superficial disponible.

Las reservas se expresan en unidad de volumen (m<sup>3</sup>) y corresponden al producto del volumen de almacenamiento y su rendimiento específico.

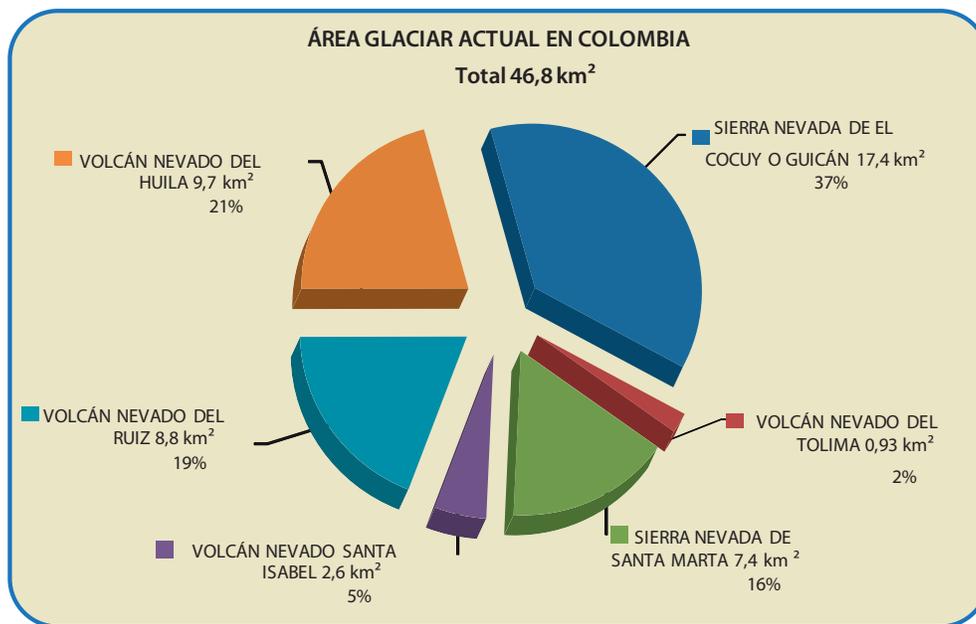
### Los glaciares en Colombia en proceso de extinción

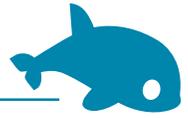
Los glaciares o nevados en Colombia son únicos por su ubicación latitudinal. Estos glaciares de la zona ecuatorial han sido considerados como importantes indicadores de cambio climático, debido a las propias condiciones de la alta montaña, la variabilidad intranual y una fiel respuesta a eventos climáticos extremos como El Niño.

Colombia cuenta con un área glaciaria aproximada de 46,8 km<sup>2</sup> (2007-2009)  calculada por el IDEAM

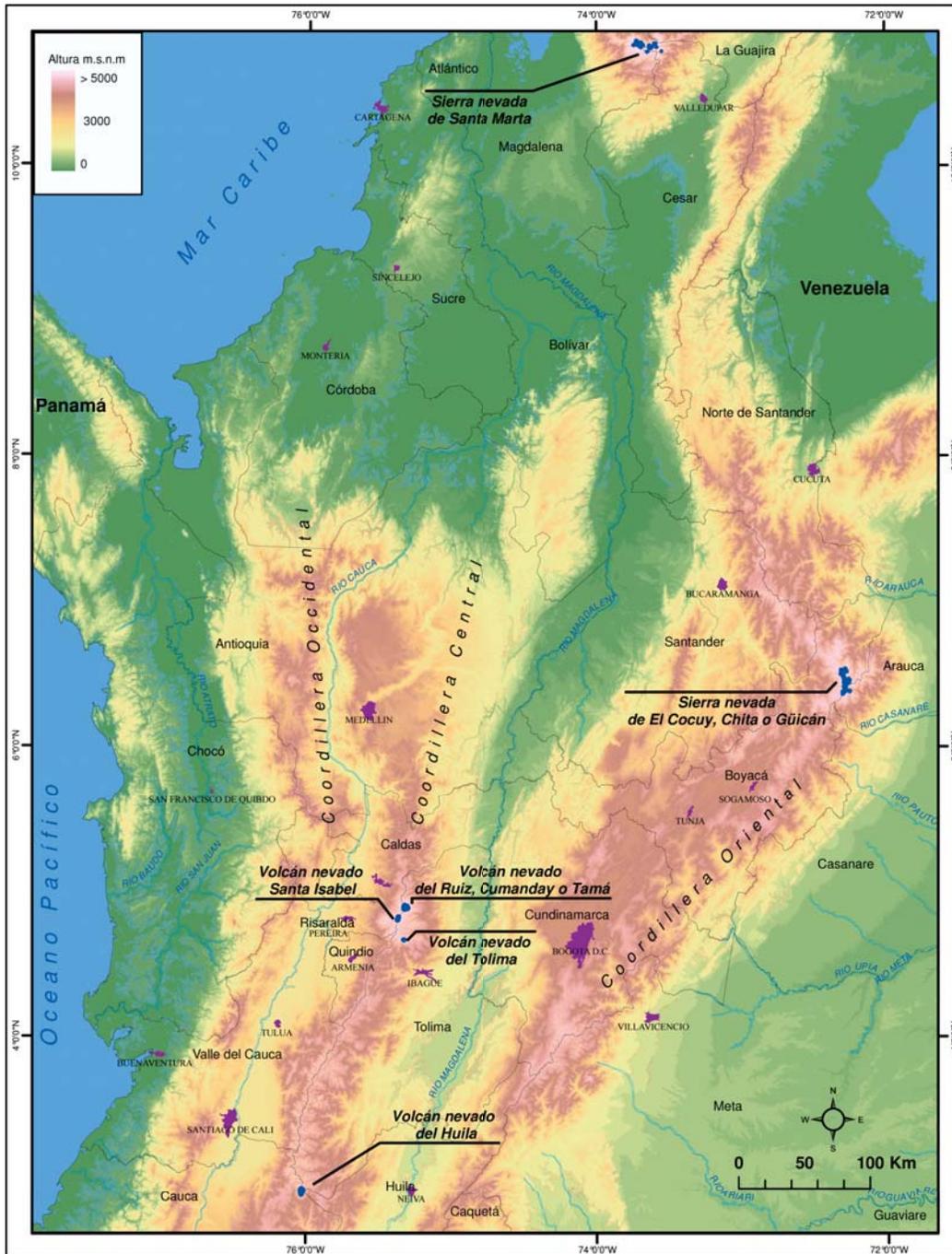
con base en imágenes de satélite (Landsat, Quikbird, Spot y Alos) representada en seis glaciares clasificados como ecuatoriales: Volcanes nevado del Ruiz (8,8 km<sup>2</sup>, 2007), Santa Isabel (2,6 km<sup>2</sup>, 2007), Huila (9,7 km<sup>2</sup>, 2009), Tolima (0,93 km<sup>2</sup>, 2007) y dos sierras nevadas, El Cocuy (17,4 km<sup>2</sup>, 2009) y Santa Marta (7,4 km<sup>2</sup>, 2009) (Figura 2.7 y Tabla 2.2). Estos seis glaciares están distribuidos en las cordilleras Central (volcánica), Oriental (rocas sedimentarias) y en la sierra nevada de Santa Marta (Ígneo-meta-mórfica) (Figura 2.8).

**Figura 2.7 Área glaciaria actual en Colombia (2007-2009)**





**Figura 2.8** Localización de los glaciares actuales en Colombia



Colombia cuenta con un área glaciár aproximada de 46,8 km<sup>2</sup> (2007-2009), representada en 6 glaciares.

La extensión total de los glaciares tropicales en América del Sur es de 2,744 km<sup>2</sup>, correspondiendo a Colombia el 1,7% de esta área (IDEAM 2010a).

**Tabla 2.2** Áreas glaciares actuales en Colombia 

Nombre del glaciar	Altitud (m)	Área (km <sup>2</sup> )	Superficie relativa con respecto al área glaciar total de Colombia	Año de Actualización	Fuente
Sierra nevada de El Cocuy	5.330	17.4	36 %	2009	Imagen satelital ALOS
Volcán nevado del Huila	5.364	9.7	21%	2009	Imagen satelital ALOS
Volcán nevado del Ruiz	5.330	8.8	19 %	2007	Imagen satelital SPOT
Sierra nevada de Santa Marta	5.775	7.4	16 %	2009	Imagen satelital ALOS
Volcán nevado Santa Isabel	5.010	2.6	6 %	2007	Imagen satelital SPOT
Volcán nevado del Tolima	5.280	0.93	2 %	2007	Imagen satelital SPOT

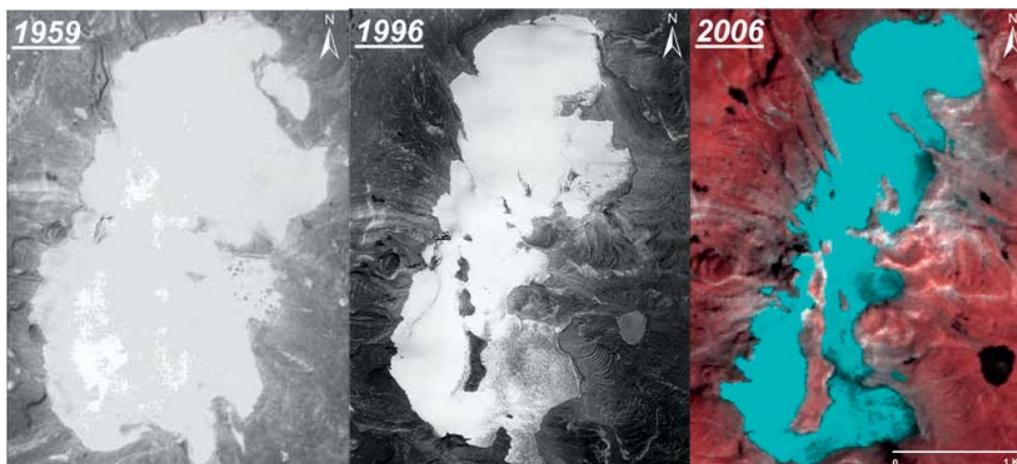
Actualmente el límite inferior glaciar para los nevados colombianos se encuentra a partir de los 4.750-4.800 metros de altitud dependiendo de las características topográficas y climáticas locales.

Del área glaciar existente en Colombia, el nevado del Tolima y el nevado de Santa Isabel (Figura 2.9) poseen los valores más pequeños, en comparación del total del área glaciar (2% y 6%, respectivamente) haciéndolos proclives a una extinción mucho más rápida respecto de los demás glaciares colombianos. (Tabla 2.3).

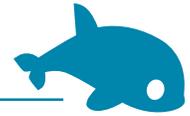
La rápida deglaciación de las áreas nevadas en Colombia ha generado una discontinuidad espacial en la sierra nevada de El Cocuy y la sierra nevada de Santa Marta, lo que ha conllevado una nueva disposición de glaciares; es decir, ya no

se presenta un continuo de masa glaciar sobre estas estructuras montañosas, por el contrario, actualmente se observa una fragmentación que resulta en glaciares discontinuos y separados por afloramientos rocosos. (Figura 2.10).

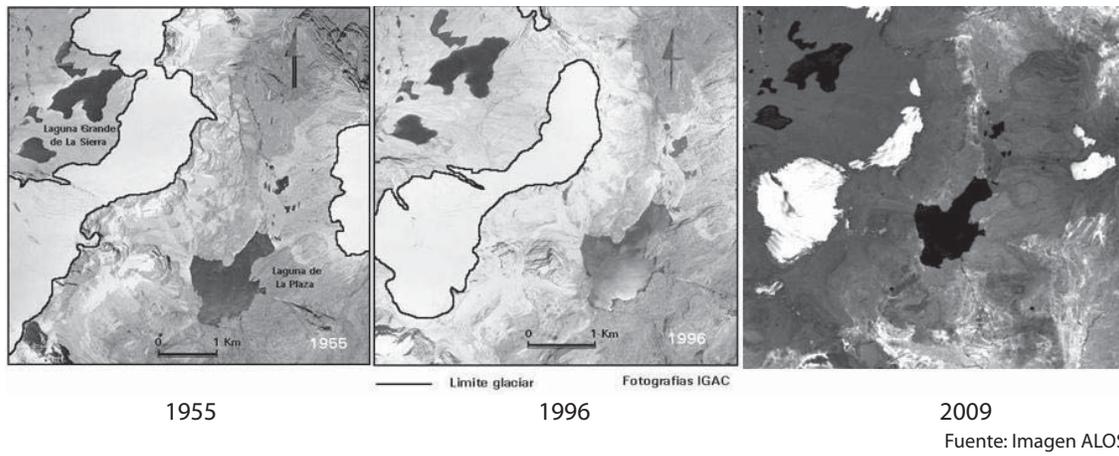
Los cambios en los actuales glaciares colombianos, dentro de los que se incluye una reducción de área, han sido más relevantes en las últimas tres décadas. Mientras que para el periodo 1930 - 1950 se produjo una pérdida de área glaciar en promedio de 23.5%, para el periodo 1980 - 2009 se presentó una pérdida de área glaciar en porcentaje del orden de 57%, denotando con ello una posible relación entre el aumento de la temperatura media global para los últimos 30 años y un acelerado proceso de pérdida de masa glaciar (Tabla 2.3 y Figura 2.11).

**Figura 2.9** Evolución glaciar volcán nevado Santa Isabel 1959 – 2006<sup>1</sup>

Fuente: IGAC 1996, 2009. IDEAM, 2006.



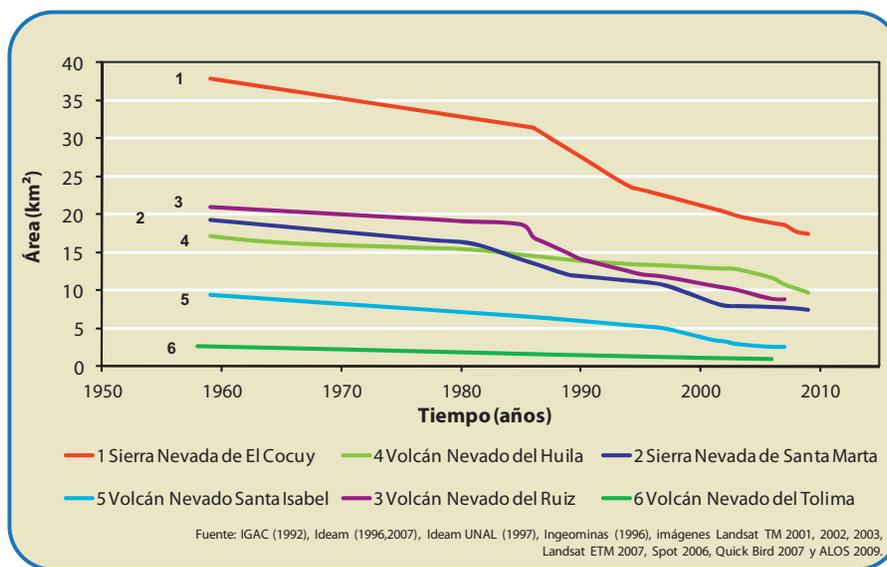
**Figura 2.10** Evolución glaciar en la sierra nevada de El Cocuy, sector sur, Laguna Grande de la Sierra y Laguna de La Plaza. Glaciares “Toti, Portales, Hola Larga, Paso de Bella Vista y Pan de Azúcar”<sup>2</sup>



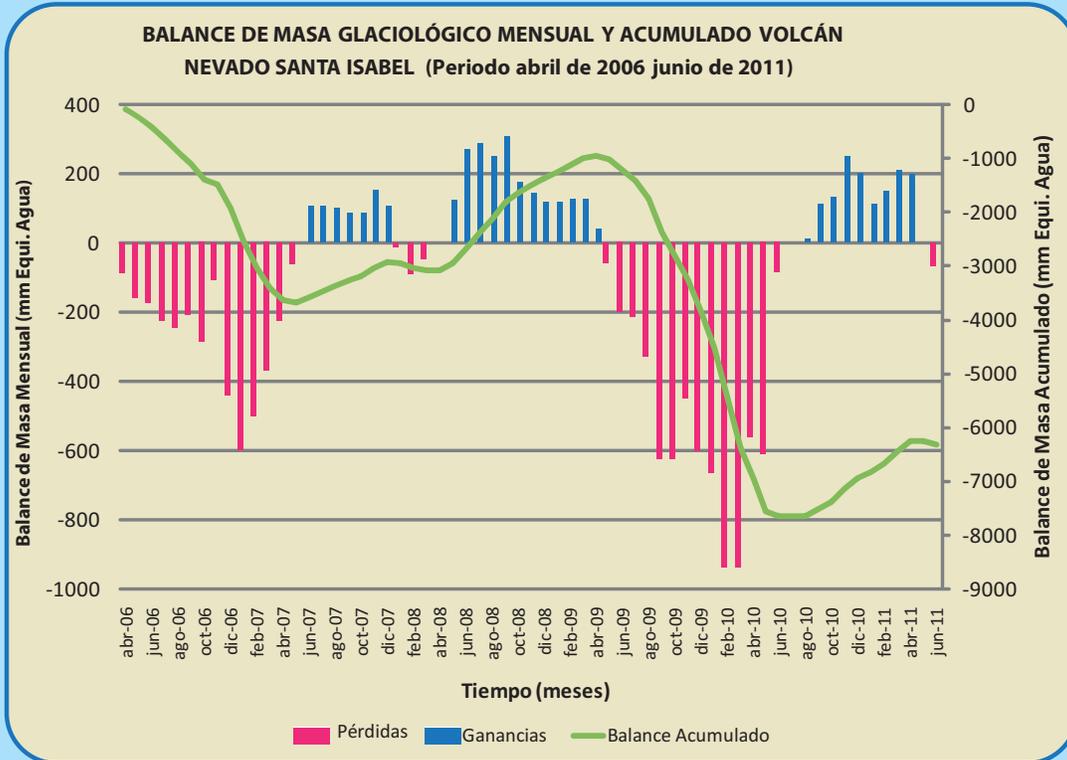
**Tabla 2.3** Porcentaje de pérdida por décadas de las masas glaciares actuales de Colombia<sup>3</sup> ✓

PERIODO	1930-1950	1950-1980	1980-2007/09
GLACIAR	porcentaje de pérdida entre periodos		
Volcán nevado Santa Isabel	24	31	64
Srra. nevada Santa Marta	27	20	60
Volcán nevado del Ruiz	17	17	54
Volcán nevado del Tolima	27	37	50
Srra. nevada de El Cocuy	32	25	46
Volcán nevado del Huila	14	17	32

**Figura 2.11** Evolución área glaciar en Colombia - Últimas cinco décadas



**Pérdidas de 6.246 milímetros equivalentes de agua en 5 años.** (Caso de estudio Volcán nevado Santa Isabel.)



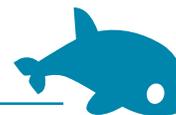
El balance de masa glaciológico es una técnica utilizada a nivel mundial para conocer la evolución de masa de un glaciar en el tiempo. Desde marzo de 2006 el IDEAM ha calculado un balance de masa mensual en el volcán nevado Santa Isabel (cordillera Central), el cual ha permitido demostrar y cuantificar el desequilibrio de masa glaciar con unas pérdidas de 6.246 milímetros equivalentes de agua durante un periodo de observación de cinco años (abril de 2006 a junio de 2011).

Además de cuantificar las pérdidas, el balance de masa glaciológico ha permitido evidenciar la influencia de los fenómenos climáticos regionales ENSO sobre los glaciares colombianos y la variabilidad intranual de los mismos como consecuencia del régimen climático característico de la región Andina Colombiana.

### 2.1.2 Oferta hídrica en fuentes que abastecen acueductos de las cabeceras municipales

En el ENA 2010 se evaluó de manera indicativa la oferta y vulnerabilidad al desabastecimiento de cuencas abastecedoras de acueductos, reconociendo las limitaciones que implica este ejercicio. En este sentido, con la información disponible se

abarcaron 950 municipios, de los cuales solo se pudieron georreferenciar en la cartografía básica del IGAC las fuentes abastecedoras correspondientes a 507 cabeceras municipales. De las 70 cabeceras municipales faltantes, 18 son sistemas regulados localizados Bogotá, Medellín y municipios vecinos que se integran a estos sistemas de abastecimiento y de las 52 cabeceras municipales restantes no cuentan con información<sup>4</sup>.



De la misma forma, en el ENA 2010 se resalta la relación inversa entre la oferta media y la distribución de las cabeceras municipales tal y como se puede apreciar en la (Figura 2.12). ✓

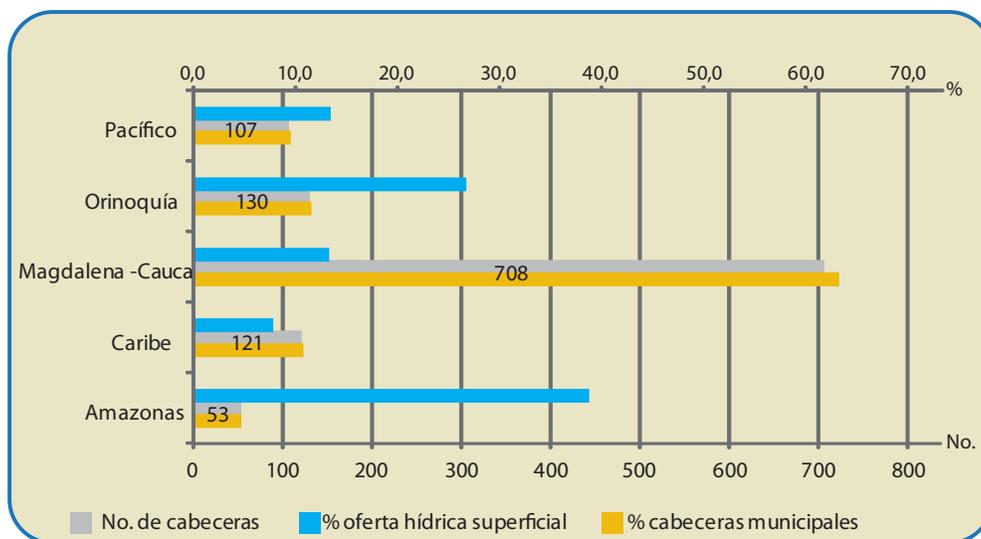
“En este sentido, en el área hidrográfica del Magdalena-Cauca, en donde se presenta el 13,2% de la oferta total nacional, se concentran el 63% de las cabeceras municipales, mientras que en el área hidrográfica del Amazonas, en donde se encuentra el 38,7% de la oferta media total nacional, únicamente se identifican el 4.7% de las cabeceras municipales. De igual manera, en el área hidrográfica del Caribe, en donde se concentran el 11% de las cabeceras municipales, solo se cuenta con el 7,8 % de la oferta media total nacional”.

“Las cabeceras municipales del área hidrográfica del Amazonas se concentran en la zona hidrográfica del Caquetá (36%) y Putumayo (26%). En el Pacífico, el 67% se encuentran en la zona hidrográfica del Patía (primordialmente en las subzonas del Guaitara y Juanambú); en menor proporción, se destacan las zonas hidrográficas del San Juan y Amarales-Dagua, que abarcan el 24% de las cabeceras municipales del área hidrográfica. En el

área del Orinoco, las cabeceras se concentran en la zona hidrográfica del Meta (68%); el 13%, en la zona del Guaviare (principalmente, en la subzona del Ariari); y el 8%, en la zona del Arauca”.

“...en el área hidrográfica del Magdalena-Cauca, la mayor parte de las cabeceras municipales se encuentran en el Alto Magdalena (19%), sobre todo en las subzonas de los ríos Bogotá y Sumapaz, en las que están el 42% de las cabeceras de esta zona hidrográfica. En la zona del Cauca, se encuentran 143 cabeceras, de las cuales el 36% corresponden a los afluentes directos al río Cauca y el 20%, a las subzonas de los ríos La Vieja y Risaralda. En la zona hidrográfica del Cesar, se reconocen 25 cabeceras municipales; y en las zonas correspondientes a los ríos Nechí y Saldaña hay, en su orden, 26 y 11 cabeceras municipales. En la zona hidrográfica del Sogamoso, se encuentran 146 cabeceras, concentradas en las subzonas del Chicamocha y del Suárez (51% y 42% de la zona hidrográfica, respectivamente). En el Magdalena Medio, se encuentran el 17% de las cabeceras del área hidrográfica Magdalena-Cauca, con especial énfasis en las subcuencas del Carare y el Lebrija. En el área hidrográfica del Caribe, se encuentran

**Figura 2.12 Distribución de cabeceras municipales y su relación con la oferta media por área hidrográfica**



Fuente: IDEAM, 2010b.

121 cabeceras, de las cuales el 28% se ubica en la zona hidrográfica del Catatumbo; el 22%, en el Sinú; y el 21%, en la zona de Atrato-Darién”.

Las áreas hidrográficas más presionadas por el uso de agua superficial en relación con la oferta disponible corresponden con Magdalena-Cauca y Caribe, y adicionalmente se encuentran en esta condición algunos municipios del piedemonte llanero en la Orinoquía y en el Pacífico .

### 2.1.3 Calidad del Recurso Hídrico Superficial continental 2009

#### • Índice de calidad del agua

Una de las formas más sencillas de resumir el estado de la calidad general del agua superficial es mediante el cálculo del Índice de Calidad del Agua (ICA) en el que intervienen cinco de las variables representativas de los principales tipos de contaminación: para materia orgánica, DQO y porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, PSOD; para material en suspensión, sólidos suspendidos totales, SST; para

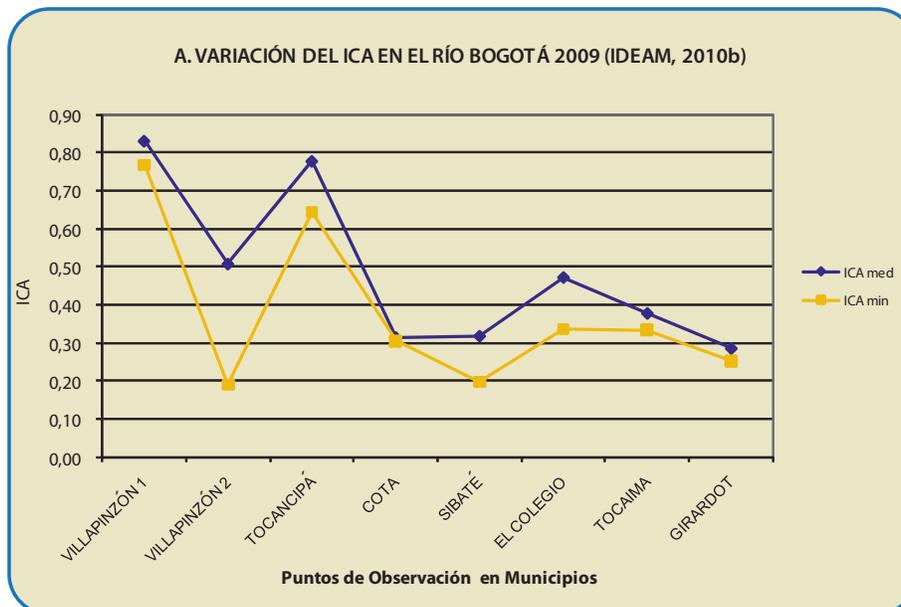
mineralización, conductividad eléctrica del agua; y para acidez o alcalinidad, el pH del agua.

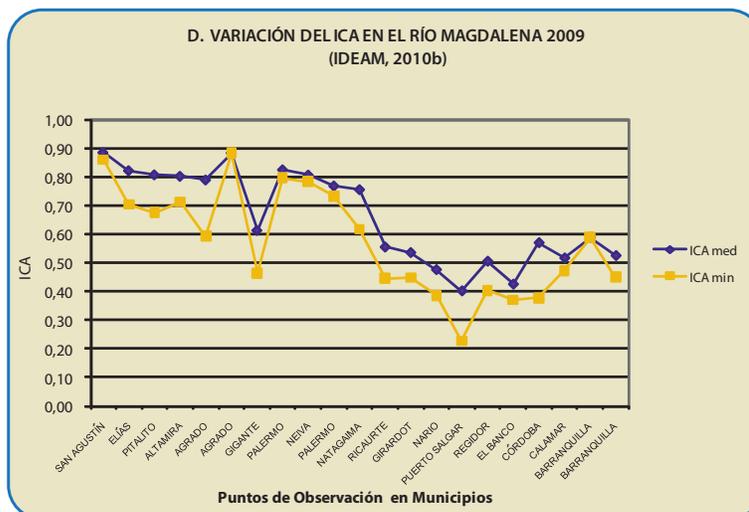
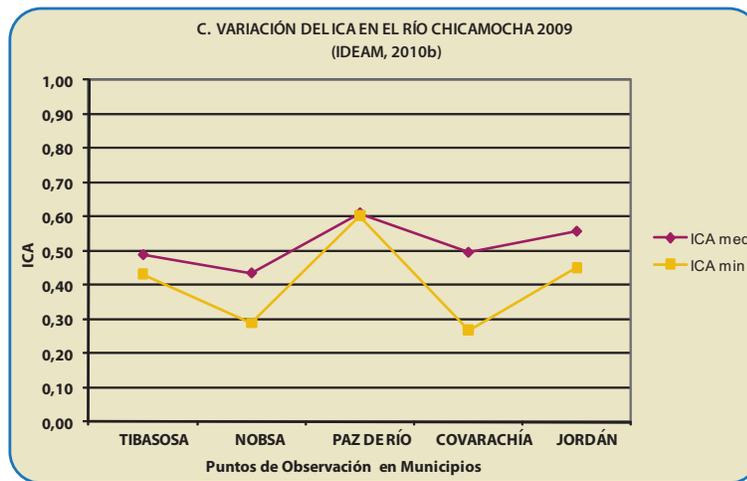
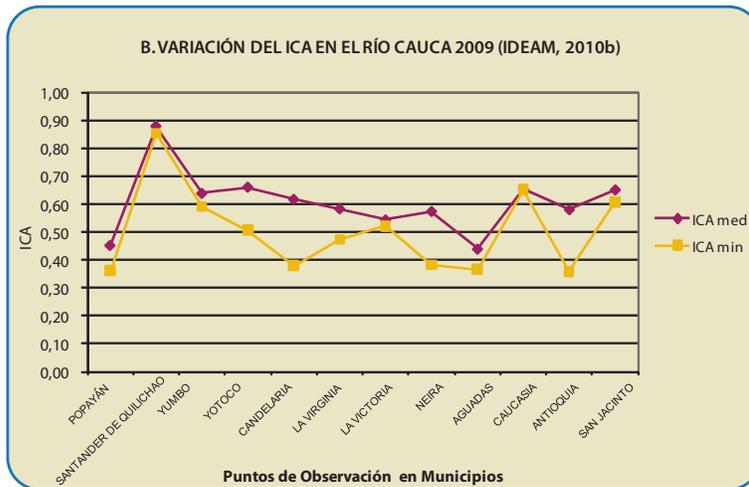
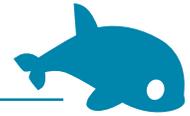
Una vez calculado el ICA, se clasifica el agua superficial en cinco categorías del descriptor de calidad, en orden ascendente: muy malo (0,0 a 0,25), malo (0,26 a 0,50), regular (0,51 a 0,70), aceptable (0,71 a 0,90) y bueno (mayor de 0,90) ✓.

La Figura 2.13 muestra la variación de los valores promedio y mínimo del ICA de 2009 para 4 corrientes reconocidas por la presión antrópica a la que están sujetas: ríos Bogotá (recibe los vertimientos de Bogotá), Chicamocha (erosionada y vulnerable por sus características climáticas particulares), Magdalena y Cauca (reciben el agregado de los vertimientos del área Andina), vista en orden descendente de elevación. En las abscisas se muestra el municipio de ubicación de la estación de seguimiento.

Los resultados del ICA calculado para el año 2009 muestran que entre los afluentes del Magdalena en la cuenca alta que evidencian deterioro en la calidad del agua están el río Neiva en el municipio de Campoalegre, el río Páez en los municipios de Páez

Figura 2.13 Variación del ICA en cuatro corrientes 2009





y Tesalia, así como en los ríos Coello y Combeima a su paso por Ibagué y en el río Sumapaz en Melgar.

En la cuenca alta del río Magdalena los sitios con mayor afectación son los tramos del río Bogotá desde el municipio de Villapinzón, a su paso por Cota, el Distrito Capital y los municipios aguas abajo: El Colegio, Tocaima y Ricaurte; en el mismo río Magdalena los vertimientos de la Sabana de Bogotá afectan la calidad en los municipios de Ricaurte, Girardot y Nariño.

En el medio Magdalena la calidad promedio es mala a su paso por Puerto Salgar, además los ríos tributarios Carare (en Cimitarra), Minero (en Borbur) y Negro (en Guaduas, Nimaima y Puerto Boyacá). En el peor escenario también se muestra afectación significativa en los ríos Villeta y Guarinó a su paso por los municipios de Villeta y Honda.

En el Bajo Magdalena, desde El Banco pasando por la zona de sedimentación en la depresión momposina hasta la desembocadura en el mar Caribe, es el aporte de sólidos suspendidos provenientes de las cuencas alta y media lo que más influye en el descriptor de mala calidad del índice tanto en los brazos de Loba y Mompós como en el Canal del Dique, después de recibir la desembocadura del río Cauca.

En la cuenca del río Cauca los municipios más afectados por la mala calidad del agua superficial son los tramos cercanos a Popayán, Cali, Juanchito, Candelaria, Obando, La Virginia (Risaralda) y Antioquia (Antioquia). Adicionalmente, una afectación alta proviene de afluentes tan presionados como los ríos Paila, Risaralda y Tuluá. El río Chinchiná y el río Arma tienden a deteriorarse significativamente a su correspondiente paso por los municipios caldenses de Palestina y Aguadas.

El río Sogamoso recibe a los ríos Suárez y Chicamocha, su calidad oscila entre regular y mala cuando atraviesa por los municipios de Tuta, Tibasosa, Nobsa, Covarachía, Jordán y Puerto Wilches.

La cuenca alta del río Patía se ve afectada por la influencia del río Pasto y por los municipios Policarpa y Cumbitara (Nariño).

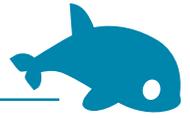
En el oriente del país los aportes de los tributarios Blanco y Negro que se caracterizan por la actividad avícola, se reflejan sobre la corriente Guayuriba; el río Guavio muestra deterioro en Gachetá, mientras el río Meta muestra afectación a su paso por los municipios de Gachetá Puerto López y Puerto Carreño.

En el nororiente del país se evidencian alteraciones en calidad del agua en los ríos Pamplonita y Zulia por los vertimientos domésticos de Cúcuta y Chinácota.

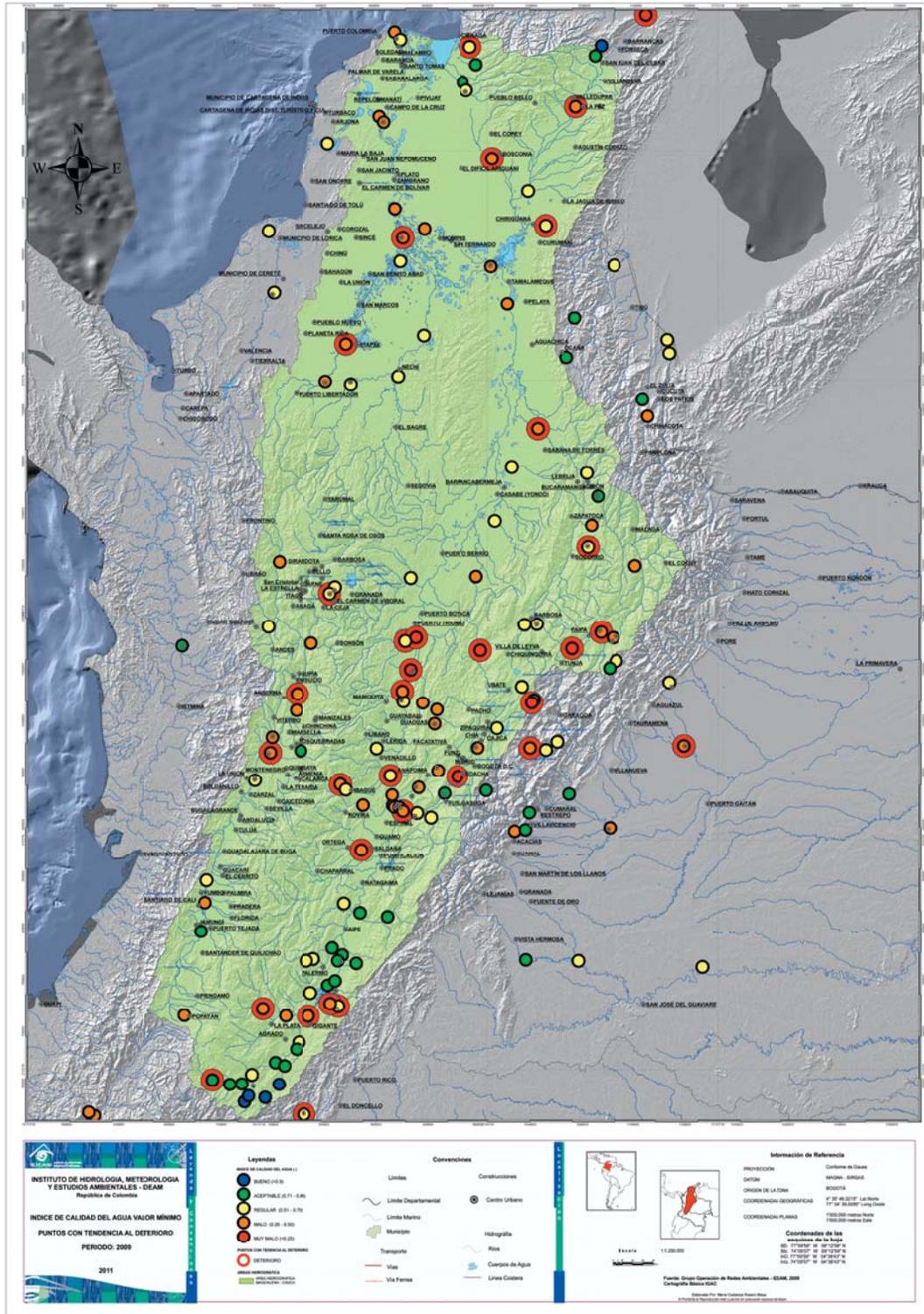
Las estaciones de La Guajira ubicadas sobre los ríos Ranchería y Carraipía, así como el río Cesar aguas abajo de Valledupar, son altamente deficitarias en sus rendimientos hídricos, lo que las hacen muy vulnerables a la presión de las actividades socioeconómicas circundantes.

En la Figura 2.14 se muestran resaltados con un círculo rojo alrededor, los sitios que registraron cambios con tendencia al deterioro en el descriptor del valor mínimo del ICA para el monitoreo del año 2009 comparado con el valor mínimo multianual 2005–2008, sin tener en cuenta las condiciones hidrológicas asociadas; como puntos de referencia se ubican los centros poblados principales cercanos. La mayor parte de estos sitios se ubican en el área Andina.

Además del índice de calidad, el análisis del porcentaje de saturación de oxígeno, que representa al oxígeno disuelto remanente en el agua como parte del equilibrio entre aireación y consumo de oxígeno en la degradación aerobia de la materia biodegradable, evidencia que la mayoría de corrientes monitoreadas registran valores mayores de 70% excepto las cuencas de los ríos Bogotá, alto Cauca, alto Chicamocha, Pasto en la ciudad de Pasto, Pamplonita en Chinácota y Minero en Borbur con valores menores de 40% de saturación, que indican que la presión por vertimientos ha superado su capacidad de resiliencia.



**Figura 2.14** Sitios con tendencia al deterioro en el descriptor del valor mínimo del ICA para el monitoreo del año 2009 ✓



### • Metales pesados<sup>5</sup>

Existen actividades humanas principalmente industriales y mineras que vierten sustancias conservativas y tóxicas a los ríos ocasionando efectos adversos a la salud de la población, es el caso de metales pesados como mercurio, cromo, plomo y cadmio. ✓

En algunos tipos de explotación minera se acude al uso de sustancias tóxicas como el mercurio para el beneficio de metales preciosos (oro y plata), esto se evidencia en los monitoreos, por la presencia del metal adherido a los sedimentos en concentraciones anómalas.

Particularmente para mercurio en sedimentos, se encontraron valores de alarma (>0.17 mg/kg) en algunos sitios de los ríos Cauca (municipios de Santander de Quilichao en Cauca, Yumbo y Yotoco en Valle, Aguadas en Caldas y Santafé de Antioquia en Antioquia); Lebrija (Girón en Santander); Magdalena (municipio de Agrado en Huila, Puerto Salgar en Cundinamarca y Calamar en Bolívar).

De igual manera se encontraron valores anómalos de mercurio en los ríos Minero (San Pablo de Borbur en Boyacá), Nechí (Nechí en Antioquia) y Saldaña (Ortega en Tolima).

La Figura 2.15 muestra la variación de las concentraciones de algunos metales pesados para los ríos Magdalena, Cauca, Bogotá y Chicamocha.

#### Efectos adversos a la salud humana de algunos metales pesados:

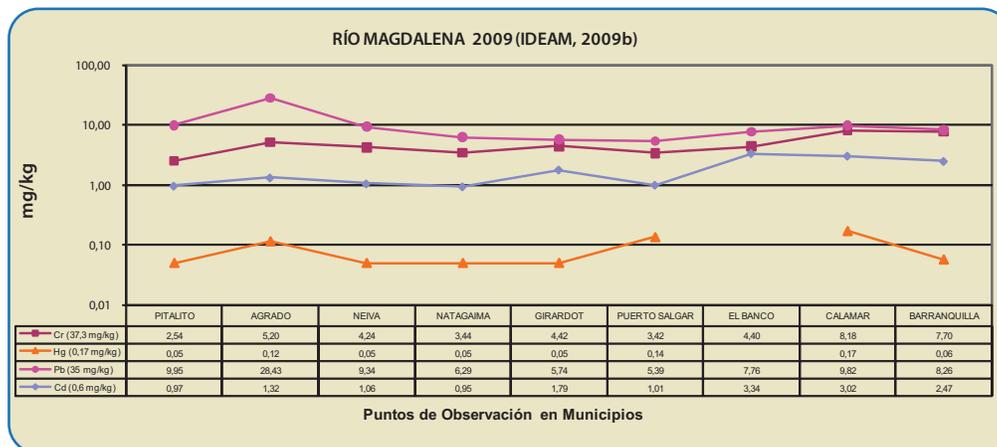
**Mercurio:** Es un elemento de elevada toxicidad que por la exposición e inhalación ocasiona en la salud humana daños al sistema nervioso, a las funciones cerebrales, al Ácido Desoxirribonucleico (ADN) y cromosomas, reacciones alérgicas, efectos negativos en la reproducción, defectos de nacimiento y abortos; adicionalmente presenta riesgo de bioacumulación y magnificación en la cadena trófica.

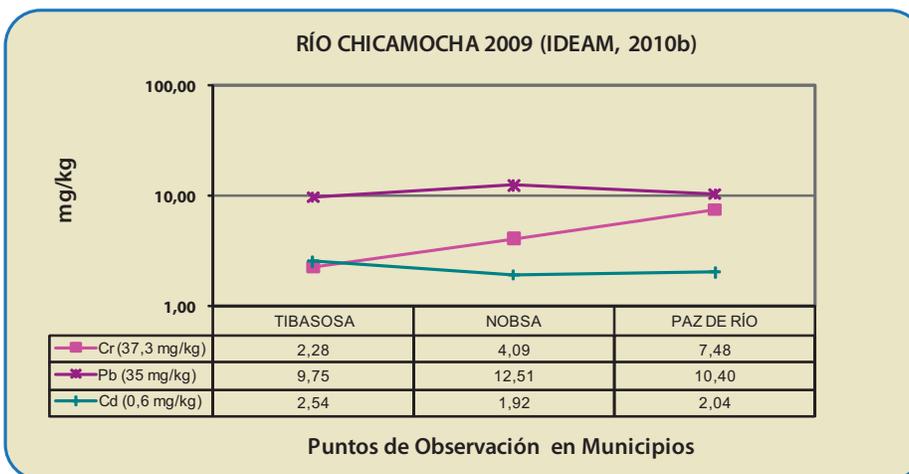
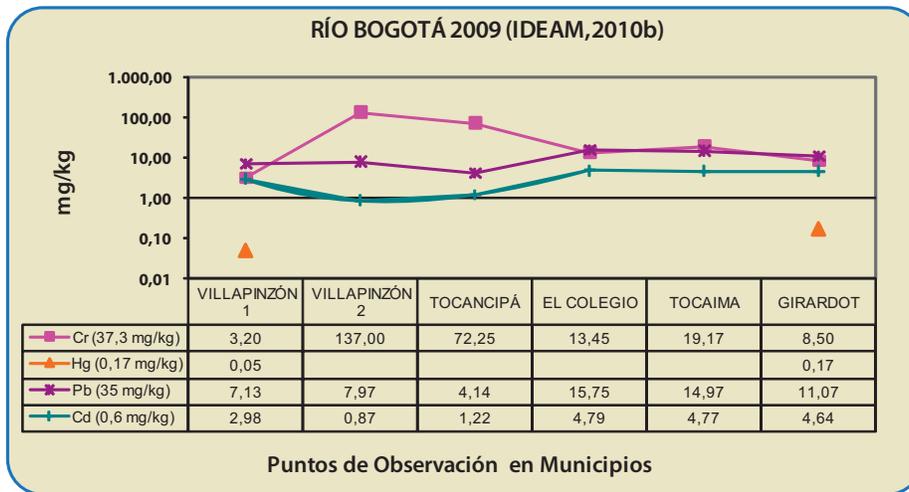
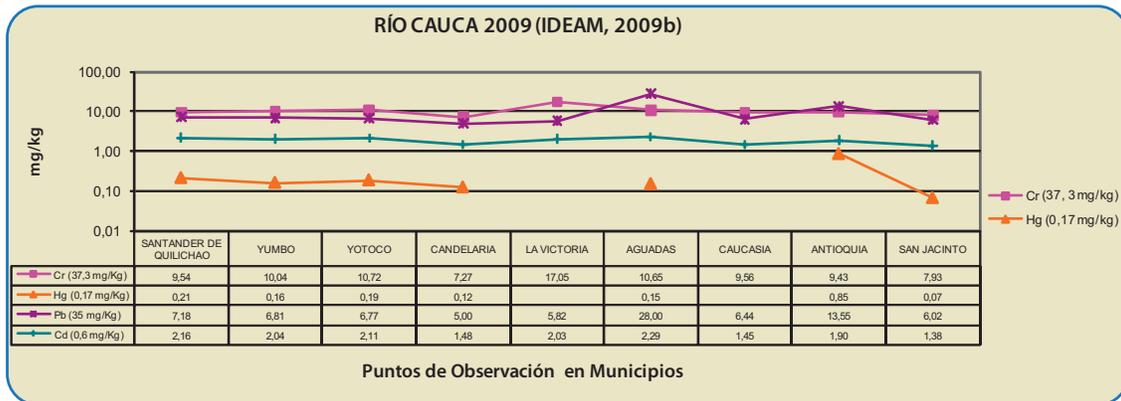
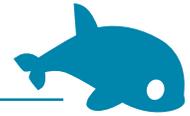
**Cadmio:** El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS por su sigla en inglés) de los Estados Unidos de América (EUA) ha determinado que el cadmio y los compuestos de cadmio son carcinogénicos en seres humanos. Puede ocasionar daño del riñón, el pulmón y el intestino.

**Plomo:** El exceso de plomo en el cuerpo humano puede causar serios daños al cerebro, riñones, sistema nervioso, problemas en el crecimiento y en el aprendizaje, complicaciones en el embarazo y en los glóbulos rojos en la sangre.

**Cromo:** En niveles altos no letales, el Cr (VI) es carcinógeno; la mayoría de los compuestos de cromo (III y VI) irritan los ojos, la piel y las mucosas y la exposición crónica a compuestos de cromo (VI) puede provocar daños permanentes en los ojos. (Información tomada por el Laboratorio de calidad ambiental-IDEAM).

**Figura 2.15 Variación de las concentraciones de metales en sedimentos - Ríos seleccionados**





### 2.1.4 Caribe y Pacífico: Contaminación en aguas marinas y costeras

La información analizada en el presente documento fue tomada de la REDCAM que monitorea la calidad de las aguas marinas y costeras dos veces al año (en épocas seca y lluviosa), en una red de aproximadamente 350 estaciones en el Caribe y Pacífico Colombiano. En cada estación se miden variables fisicoquímicas, nutrientes inorgánicos disueltos, contaminantes orgánicos, inorgánicos y microorganismos indicadores de contaminación fecal. En el presente documento se analiza la información recopilada durante la época lluviosa del 2008 y la época seca del 2009.

#### • Comportamiento de las variables fisicoquímicas

Durante el periodo analizado, se observaron fluctuaciones de las variables fisicoquímicas ocasionadas especialmente por los aportes continentales de los ríos, la escorrentía y las lluvias, entre otros factores. El oxígeno disuelto estuvo en un rango de 1.2 a 8.5 mg/L. Los valores por debajo de 4 mg/L, establecidos en el Decreto 1594 de 1984, para preservación de fauna y flora (Minagricultura, 1984), se observaron en época de lluvias, en los ríos Currulao y León (Antioquia), y en época seca, en el caño Guainí (Sucre). El pH fluctuó entre 6.4 y 8.5 unidades, valores dentro del rango normal para preservación de fauna y flora establecido por el Decreto 1594 (6.5 – 8.5 unidades). La salinidad fluctuó entre 4.0 y 36.9; esta amplia variación es normal para los ecosistemas costeros, se debe a los aportes continentales y dependen del sitio de muestreo, de la época climática o de la marea. La temperatura superficial osciló entre 24.7 a 32.1°C y estuvo dentro del rango histórico de aguas marinas y costeras de Colombia (Troncoso et ál., 2009).

Los nutrientes inorgánicos disueltos amonio ( $\text{NH}_4$ ), nitratos ( $\text{NO}_3$ ), nitritos ( $\text{NO}_2$ ) y ortofosfatos ( $\text{PO}_4$ ),

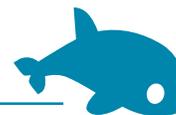
mostraron diferencias entre los tipos de agua analizados (dulces, estuarinas y marinas), debido especialmente a procesos naturales como el aporte de los ríos que desembocan en la zona costera y los procesos biológicos como la fotosíntesis y respiración que determinan los contenidos de estas sustancias en el agua.

El amonio en el agua superficial marina osciló entre 1.7 y 550  $\mu\text{g/L}$ , los valores más altos se encontraron en el departamento de Bolívar, en el sector de Galerazamba. En las aguas fluviales y estuarinas, los valores estuvieron en el rango de 1.7 a 1895  $\mu\text{g/L}$ , el mayor valor se registró en la desembocadura del río Volcán (Antioquia), y en el caño Guainí (Sucre). Estos aportes están relacionados con el aumento de los vertimientos de aguas residuales (Troncoso et ál., 2009).

El nitrato en aguas marinas osciló entre 0.6 y 611  $\mu\text{g/L}$ ; los valores más altos se registraron en las estaciones frente a Palomino (Guajira) y en playa Uveros (Antioquia). En agua fluvial y estuarina el rango estuvo entre 0.6 y 1876.4  $\mu\text{g/L}$ . Los mayores valores se registraron en la entrada del caño Clarín (Atlántico) y en el caño Guainí (Sucre). Los nitritos fluctuaron entre 1.5 y 529  $\mu\text{g/L}$ ; los niveles máximos se encontraron en los ríos del Valle del Cauca, especialmente en el río Dagua.

Los ortofosfatos, estuvieron en el rango de 1.5 a 888  $\mu\text{g/L}$ , los valores más altos se registraron en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. En el agua fluvial y estuarina, el rango estuvo entre 1.5 y 5100  $\mu\text{g/L}$ ; los mayores valores se registraron en la desembocadura río Volcán Arboletes (Antioquia).

Con los resultados obtenidos se evidencia que los ríos de los departamentos de Antioquia, Atlántico, Sucre y Valle del Cauca, son los que más drenan nutrientes a las zonas costeras del país, debido al volumen de su caudal, a las actividades que se realizan en sus cuencas de drenaje y a la población costera . Al comparar los resultados obtenidos en



el periodo 2008-2009, con los históricos reportados por la REDCAM entre el 2001 y primer muestreo de 2008, se puede concluir que si bien las zonas costeras del país han estado sometidas a descargas de nutrientes inorgánicos, estas no han sido tan altas como para generar deterioros o impactos importantes, que pudieran reflejarse en un aumento pronunciado en la producción primaria, descenso en el oxígeno disuelto o alteraciones en el pH (INVEMAR, 2009; Garay et ál., 2001; Troncoso et ál., 2009). No obstante, en los departamentos de Antioquia y en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, se ha observado un aumento progresivo de los aportes de nutrientes, especialmente de nitratos y ortofosfatos, lo que implica la continuación del monitoreo en estas zonas costeras.

Los sólidos en suspensión fluctuaron entre 3.9 y 1490 mg/L; los valores más altos se registraron en la zona costera de Antioquia, debido principalmente a la alta carga de sedimentos que aportan los ríos Currulao, Guadualito, Mulatos y León.

#### • Contaminantes orgánicos

##### Hidrocarburos aromáticos disueltos y dispersos (HDD)

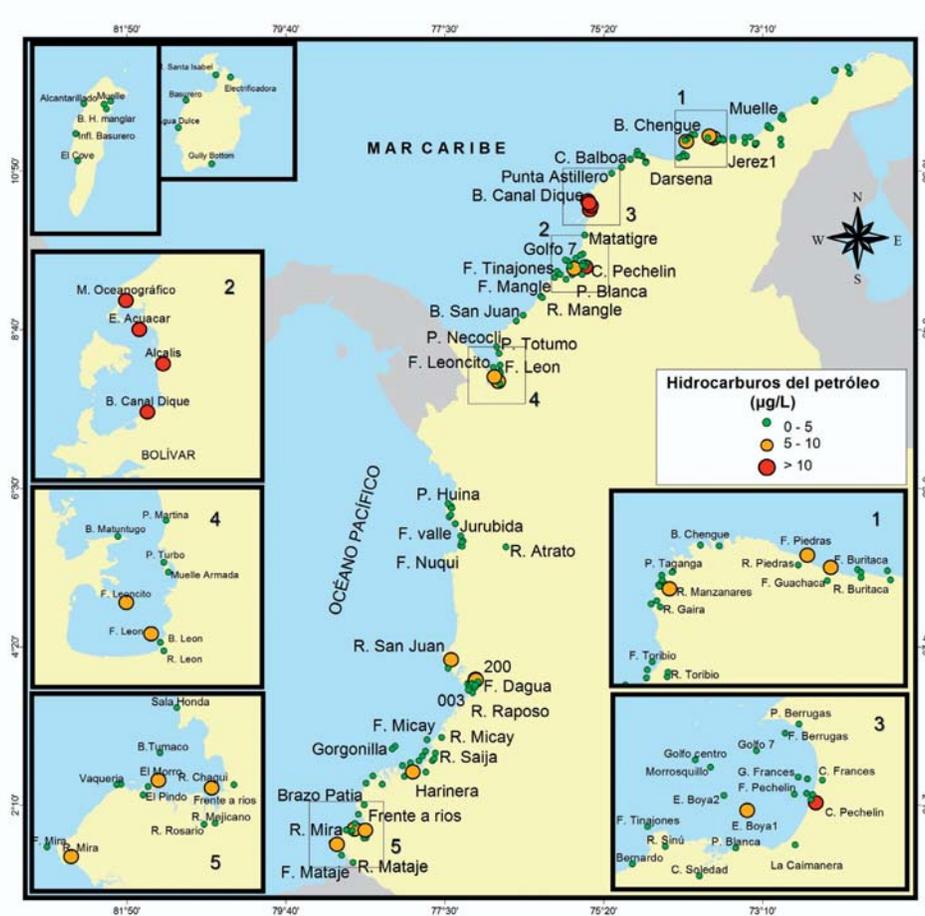
Los HDD se consideran como residuos persistentes y tóxicos para el medio marino. Basados en el valor de referencia de 10  $\mu\text{g/L}$  (Atwood et ál., 1988;

UNESCO, 1984) y en el trabajo de Marín (2002), se definió que las concentraciones inferiores a 1  $\mu\text{g/L}$  no constituyen un riesgo para el ambiente; entre 5 - 10  $\mu\text{g/L}$  se consideran altas (pero aún no contaminantes) y representan una alerta para tomar decisiones que impidan su incremento; y los niveles mayores a 10  $\mu\text{g/L}$  indican contaminación de las aguas por hidrocarburos, con alto riesgo para la biota.

La contaminación por hidrocarburos en las zonas costeras está asociada con los centros urbanos, por vertimiento de aguas servidas (Harrison y Perry, 1975), por actividades portuarias y marítimas, y por actividades petroleras (exploración, explotación, transporte y refinación; Garay, 1994). Tanto en el Caribe como en el Pacífico existen problemas locales por derrames en puertos, refinerías, terminales petroleros, buques de cabotaje o accidentes de buques durante su tráfico (Garay, 1994). No obstante, los resultados del monitoreo REDCAM revelan que en la mayoría de los departamentos costeros, especialmente en los del Caribe, ha habido una disminución importante en la concentración de hidrocarburos . Para los años 2008 y 2009, la concentración en la mayor parte de las estaciones estuvo por debajo de 5.0  $\mu\text{g/L}$ , exceptuando algunas estaciones ubicadas en el departamento de La Guajira, con un registro máximo de 5,79  $\mu\text{g/L}$  en la estación Guachaca y la mayor parte de las estaciones de la bahía de Cartagena que sobrepasaron el límite de 10  $\mu\text{g/L}$  (Figura 2.16).



**Figura 2.16** Concentraciones de hidrocarburos disueltos y dispersos, medidos en aguas en el período 2008 y 2009



Fuente: REDCAM, 2009.

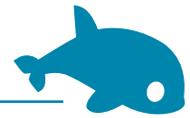
#### • Residuos de plaguicidas

Los plaguicidas son compuestos orgánicos sintéticos, cuyas propiedades físicas y químicas varían ampliamente y pueden comportarse de maneras muy diferentes en el medio natural. El monitoreo de la REDCAM solamente contempla los plaguicidas organoclorados, los cuales se reportan como la sumatoria de todos los compuestos analizados (OCT). Si bien en la actualidad estos compuestos no se utilizan, fueron usados en los procesos de agricultura intensiva, principalmente de banano, arroz, pastos, algodón, maíz y frutales en el Caribe; y en cultivos de uso ilícito, campañas de erradicación de la malaria y actividades de inmunización de la ma-

dera en aserríos en el Pacífico. Los organoclorados, aún se encuentran en los ecosistemas, debido a su persistencia.

Para el diagnóstico de la REDCAM, los resultados se compararon con el valor de referencia internacional de 30 ng/L, por encima del cual habría riesgo para la biota y la salud humana (EPA, 1999) y con los valores establecidos en el análisis de Marín (2002), quien considera que concentraciones inferiores a 15 ng/L no representan un riesgo para el ambiente y entre 15 y 30 ng/L, se consideran contaminación media.

Los resultados de la REDCAM muestran que los sitios donde ha sido recurrente la presencia de OCT, se



ubicar en la zona costera del Magdalena y golfo de Morrosquillo en el Caribe; y en Guapi y la ensenada de Tumaco en el Pacífico (Figura 2.17). En el periodo 2008 - 2009, las mayores concentraciones se registraron en algunas estaciones de La Guajira, Magdalena, Golfo de Morrosquillo y Urabá en el Caribe. Y en estaciones de los departamentos de Chocó y Valle del Cauca en el Pacífico; en los demás sitios de muestreo las concentraciones fueron indetectables para la técnica analítica utilizada (< 6.0 ng/L).

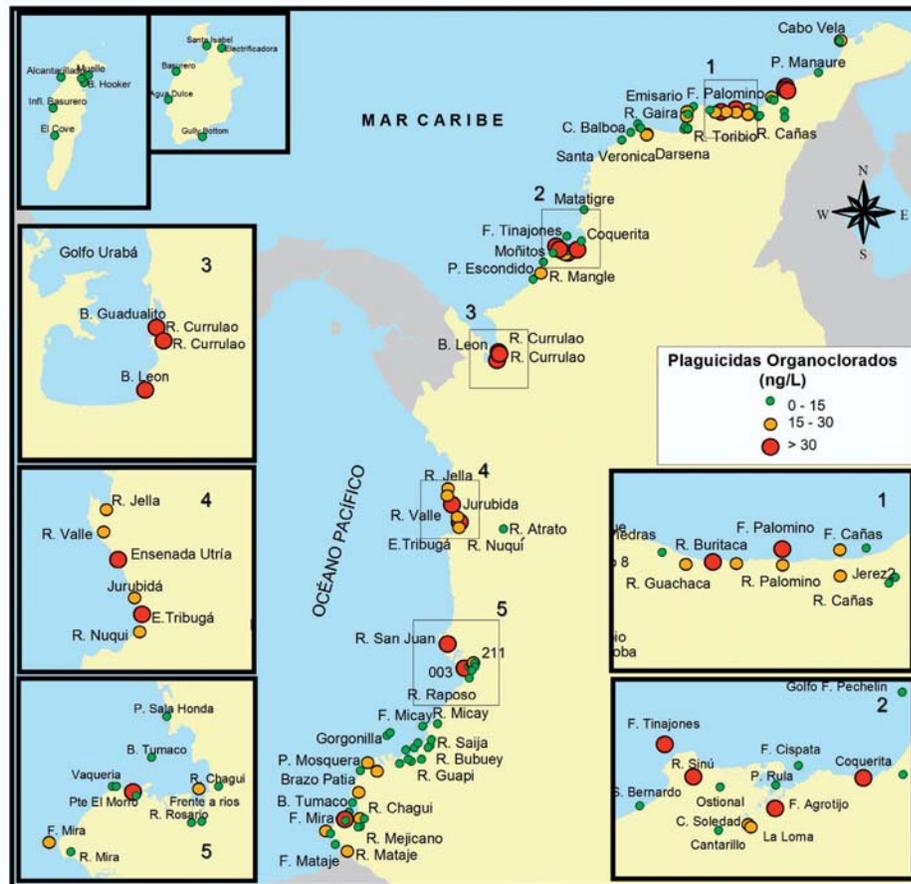
El análisis histórico muestra que en la mayor parte de los departamentos los contenidos de OCT han disminuido. A pesar de que en el año 2009 se registró un valor alto en el río San Juan (259.5 ng/L), los niveles se han mantenido por debajo de la referencia (30

ng/L), lo cual se puede atribuir básicamente a la restricción en el consumo de estos compuestos y a los cambios y mejoramiento en las antiguas prácticas agrícolas, en cuanto al uso excesivo de compuestos agroquímicos y plaguicidas.

• Metales pesados

Los metales pesados se encuentran entre los principales contaminantes del medio marino-costero. El principal inconveniente que presentan es que no son biodegradables y al encontrarse en concentraciones que sobrepasan los niveles naturales, causan problemas ecológicos como resultado de procesos de bioacumulación y biomagnificación a través de la cadena trófica (Ansari et ál., 2004).

**Figura 2.17** Concentraciones de plaguicidas organoclorados medidos en aguas en el período 2008 y 2009



Fuente: REDCAM, 2009.

En la costa Caribe, la bahía de Cartagena sigue siendo de interés para el estudio de contaminación por metales pesados, como consecuencia de la disposición de las aguas residuales industriales y domésticas. Los resultados de la REDCAM muestran que las concentraciones de Cd, Cr y Pb en Cartagena  han aumentado desde el 2006, alcanzando valores superiores a 70 µg Cd/L en el 2007, 90 µg Cr/L en el 2008 y 200 µg Pb/L en el 2009. Estos valores se compararon con los máximos permisibles del CONAMA de Chile (2009) y se observó que con excepción del Cr, el Cd y el Pb duplican los valores referenciados (33 µg/L y 110 µg/L, respectivamente) . En el departamento de Córdoba, también se ha observado un incremento de estos elementos a partir del 2003. Sin embargo, los valores no superan los referenciados por el CONAMA. En las aguas costeras de los demás departamentos del Caribe, Sucre, Guajira, Magdalena, Atlántico y Antioquia, las concentraciones de Cd, Pb y Cr han disminuido (INVEMAR, 2009).

En el Pacífico Colombiano se presentan dos zonas costeras de importancia, los municipios de Buenaventura y Tumaco, en las cuales hasta el primer muestreo del 2009 no presentan impacto negativo por Cd, Pb y Cr, ya que estaban por debajo de los valores referenciados como de riesgo (CONAMA, 2009). En general, estos tres metales muestran un descenso entre el 2003 y 2009 en la región.

#### • Microorganismos indicadores de contaminación fecal

El aumento de la actividad turística en los últimos años, ha contribuido al crecimiento desmesurado y a la urbanización de las poblaciones a lo largo de la línea costera. La mayoría de las playas se encuentran en las proximidades de áreas urbanas, donde los vertimientos sin depurar, con altos contenidos de microorganismos patógenos y otros agentes contaminantes, representan uno de los principales problemas sanitarios y ecológicos de las zonas costeras (Herrera y Suárez, 2005; Gonzales et ál., 2003). La contaminación microbiológica de las aguas marinas en zonas de playa genera riesgos potenciales para la salud humana, debido a que los microorganismos pueden ser transmitidos por vía oral y producir enfermedades gastrointestinales, infecciones

en el tracto respiratorio y dermatitis en diferentes partes del cuerpo (Arvanitidou et ál., 2002). Estos riesgos se incrementan si existe un mayor tiempo de exposición, lo cual se produce generalmente en las temporadas de vacaciones cuando la población turística y local practica actividades náuticas como natación, surfing, canotaje o buceo, entre otras (OMS, 2003).

El monitoreo de la REDCAM llevado a cabo en la época lluviosa del 2008 y la época seca del 2009 mostró que el 43% de las playas sobrepasaron los límites establecidos en el Decreto 1594 de 1984 para Coliformes termotolerantes (CTE >200 NMP/100 ml) . De estos casos, el 61% se presentó en época de lluvias y el 39% en época seca. El periodo de lluvias representa un impacto mayor para la calidad sanitaria de las aguas recreativas, si se tiene en cuenta que durante las precipitaciones escurren grandes cantidades de contaminantes, similares a los provenientes de aguas residuales urbanas hacia las vías fluviales locales, a lo que se le suman los desbordamientos de los colectores de agua lluvia y la resuspensión de sedimentos (Salas y Bartram, 2004).

Durante este periodo de evaluación, las playas que registraron mayores niveles de CTE (NMP/100 ml) en la región Caribe fueron: playa Arboletes (22000 NMP/100 ml) en Antioquia; Coveñas Coquerita (14000 NMP/100 ml) y playa Tolú (9200 NMP/100 ml) en el sector del hotel Playa Mar en Sucre; playa Buritaca y Mendihuaca (13000 NMP/100 ml) en Magdalena; Puerto Escondido (11000 NMP/100 ml) en Córdoba y playa Riohacha (4900 NMP/100 ml) en La Guajira (Figura 2.18). En la región del Pacífico, los balnearios de Juanchaco y Ladrilleros, localizados en el Valle del Cauca, tuvieron niveles elevados de CTE, especialmente en los sitios frente al muelle Bocana (24000 NMP/100 ml), diagonal Hotel Palm View, frente al Hotel Medellín (11000 NMP/100 ml), frente al muelle de Juanchaco (6600 NMP/100 ml) y Pianguita (Figura 2.18).

Además del monitoreo en playas, la REDCAM monitorea en varios afluentes del país, algunos de los cuales sobrepasaron los límites máximos permitidos de indicadores de contaminación fecal, de acuerdo con la legislación colombiana para actividades de pesca y agricultura (CTT < 5000



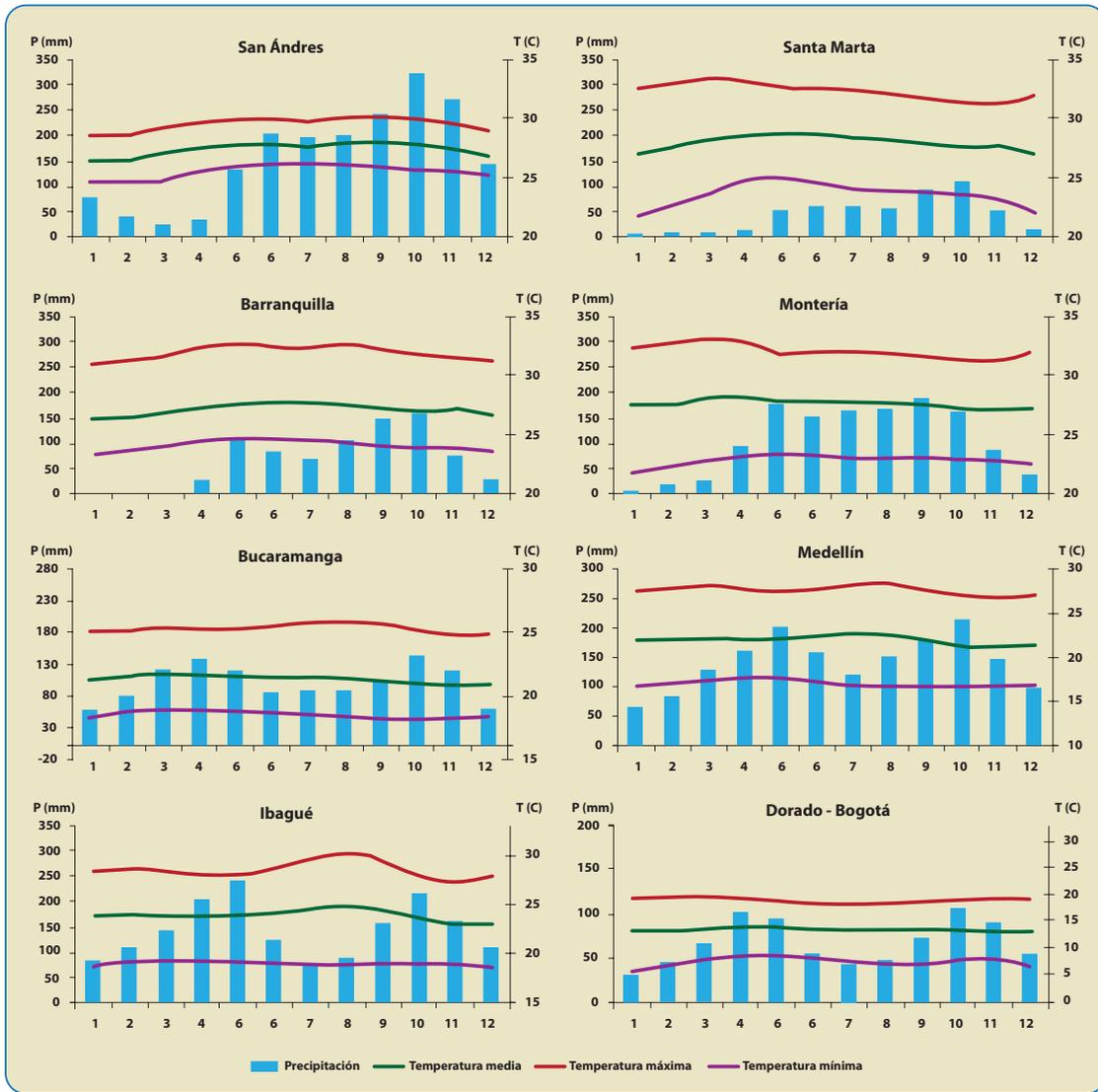
### 2.2.1 Distribución temporal y espacial de las lluvias en Colombia

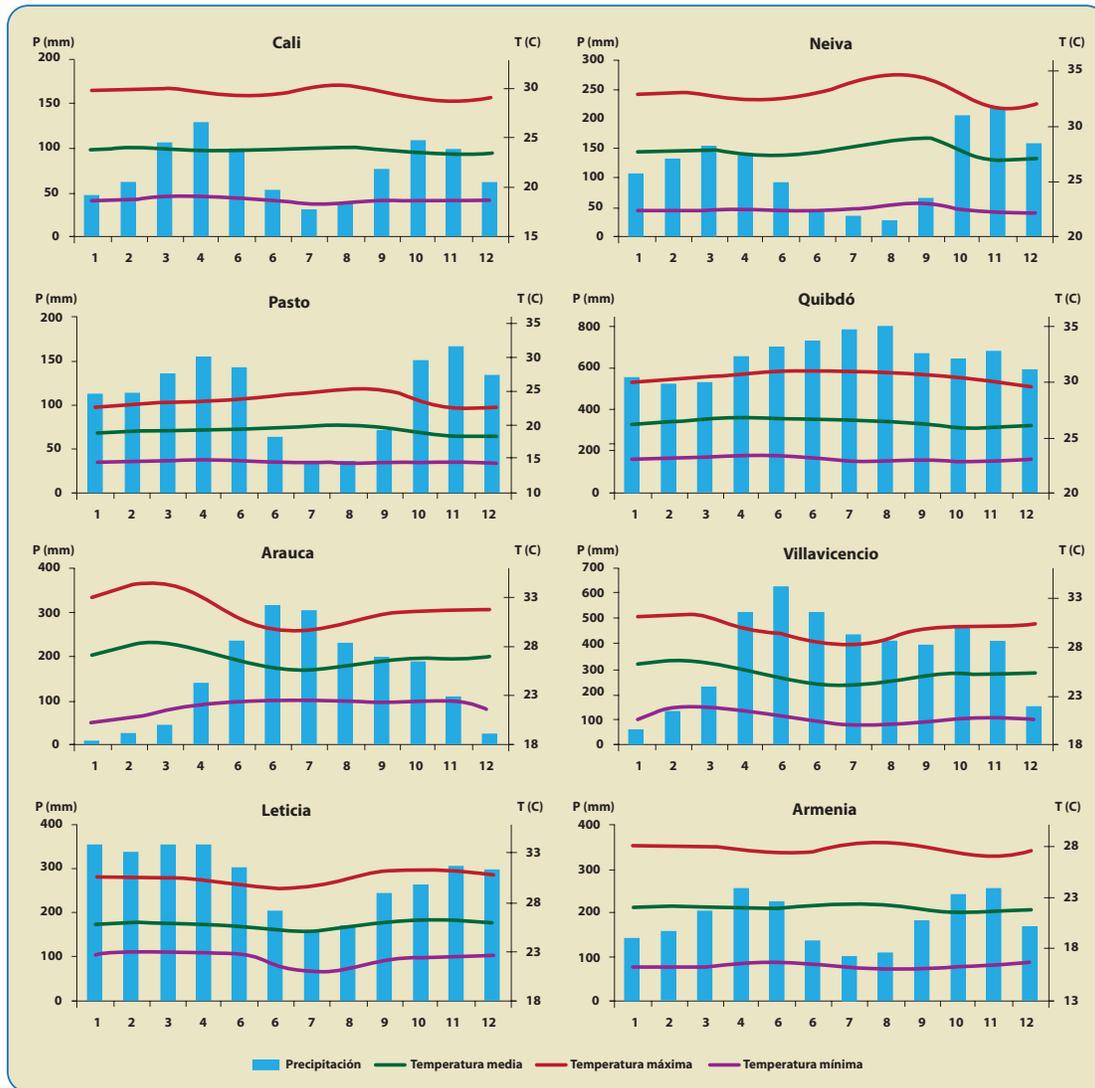
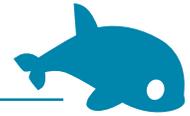
A continuación se analizará la distribución de las lluvias durante el año a nivel regional.

#### • Distribución temporal de las lluvias

El comportamiento estacional de las lluvias en las distintas regiones del país (Figura 2.19) sigue aproximadamente los siguientes patrones:

**Figura 2.19** Distribución temporal de las lluvias y las temperaturas en ciudades principales





La mayor parte de la región Andina y de la región Caribe, con excepción de la región del Bajo Nechí, parte de la cuenca del río Sinú y sectores de la vertiente oriental de la cordillera central a la altura de Samaná (Caldas), presentan régimen bimodal.

La mayor parte de la Orinoquía y Amazonía Colombiana y los sectores mencionados anteriormente como excepciones en la parte andina, presentan régimen monomodal. La región Pacífica no presenta una tendencia definida y más bien tiende a mostrar escasa diferencia entre las cantidades aportadas por cada mes en particular.

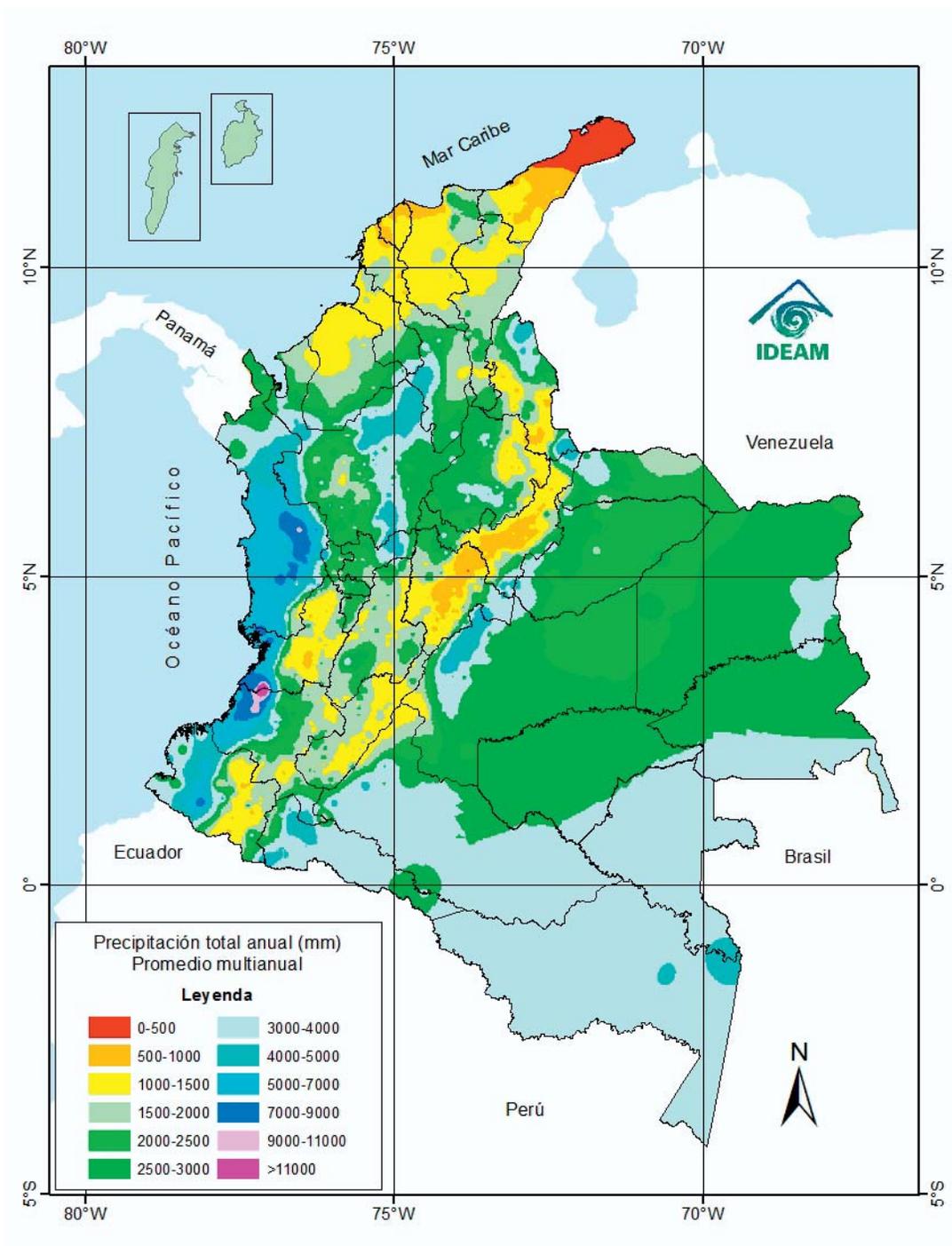
En los valles interandinos de la cuenca Magdalena - Cauca se aprecia que en sentido sur se hace más marcada la temporada seca de mitad de año y es más lluviosa la temporada seca de principios de año. Lo contrario sucede en sentido norte, al punto de que en el medio y bajo Cauca, la temporada seca de mitad de año casi tiende a desaparecer. En la cuenca Magdalena no es tan marcado este efecto latitudinal, pero se nota así mismo la importancia que adquiere la temporada seca de principio de año.

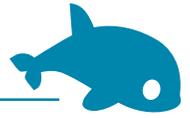
Aproximadamente al sur de los 2°N, el régimen comienza a invertirse hasta el punto que en el extre-

mo sur de Colombia la temporada menos lluviosa tiene lugar a mediados de año. Así mismo, observando la ocurrencia de los picos máximos, puede

detectarse el efecto del movimiento de la zona de convergencia intertropical cuando durante el año atraviesa el país de sur a norte y viceversa.

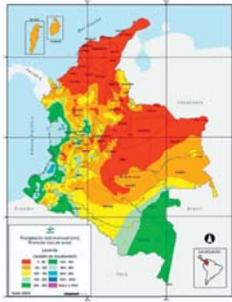
**Figura 2.20 Distribución de lluvias en Colombia**



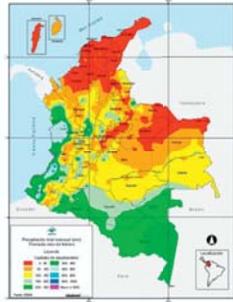


**Figura 2.21 Precipitación total media mensual (mm)**

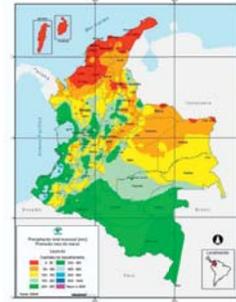
Enero



Febrero



Marzo



Abril



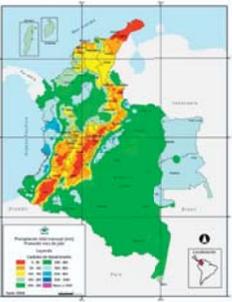
Mayo



Junio



Julio



Agosto



Septiembre



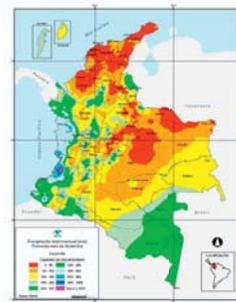
Octubre



Noviembre



Diciembre



**Precipitación total mensual  
Legenda**



En las Figura 2.20 “Distribución de lluvias en Colombia” y Figura 2.21 “Precipitación total media mensual”, se aprecia en líneas generales el patrón de lluvias en el país:

-  En la región Caribe los totales anuales oscilan entre 500 y 2.000 mm, siendo las menores al extremo norte y aumentando en dirección a las cordilleras.
-  En la región Andina predomina el efecto de la topografía: generalmente las mayores lluvias se presentan en alturas medias de las cordilleras y las menores en las partes bajas de los valles geográficos. Es así como se observan zonas de lluvias relativamente escasas (menos de 2.000 mm) en los valles del alto Magdalena, alto Cauca, Valle del río Chicamocha en Santander, y núcleos máximos (de 3.000 a 5.000 mm) en las cuencas del Medio Magdalena y Medio Cauca, en las montañas de las cordilleras Central y Occidental.
-  En la Orinoquía generalmente predominan las lluvias de 2.000 a 3.000 mm en su parte central y Oriental. Sin embargo, al aproximarse a la cordillera Oriental, las lluvias pueden superar los 6.000 mm. En el extremo norte de Arauca las lluvias pueden ser menores de 1.500 mm.
-  La mayor parte de la Amazonía recibe entre 3.000 y 4.500 mm por año.
-  En la Región Pacífica se reciben entre 3.000 y 12.000 mm, constituyéndose en una de las más lluviosas del mundo.
-  Este es el patrón general. Sin embargo, a nivel mensual y regional, la distribución es mucho más complicada, en razón a los múltiples factores involucrados en los procesos de formación de lluvias.

## 2.2.2 Variabilidad espacial y temporal de la temperatura del aire

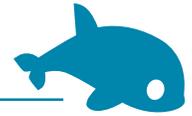
A continuación se observa en las Figuras 2.22 la Temperatura media anual, y 2.23 Temperatura máxima media anual y Temperatura mínima media anual.

En la región Caribe, se localizan los sitios con mayores temperaturas medias en el país. En Guajira y norte de Cesar, las temperaturas medias son mayores a los 28 grados y en algunos sitios superan los 30 grados. En sitios tales como Riohacha, Valledupar y Santa Marta, las temperaturas al mediodía pueden ocasionalmente superar los 40 grados, mientras que las mínimas en la madrugada pueden superar los 25 grados. Hacia el sur, las temperaturas son ligeramente más bajas debido a la presencia de mayor nubosidad. Este caso es típico del sur de Córdoba y Bolívar. En el resto de la región, exceptuando la Sierra Nevada de Santa Marta y sus alrededores, las temperaturas medias oscilan entre los 24 y los 28 °C.

En la región Andina predomina el efecto de la elevación. La correlación de la temperatura con la altura sobre el nivel del mar es muy marcada y por tanto fácilmente se pueden construir modelos de correlación para generar temperaturas a partir de la altura, con pequeños márgenes de error. Los valores característicos generados para diferentes pisos altitudinales, se pueden observar en la Tabla 2.4

**Tabla 2.4** Valores característicos de temperatura para diferentes pisos altitudinales

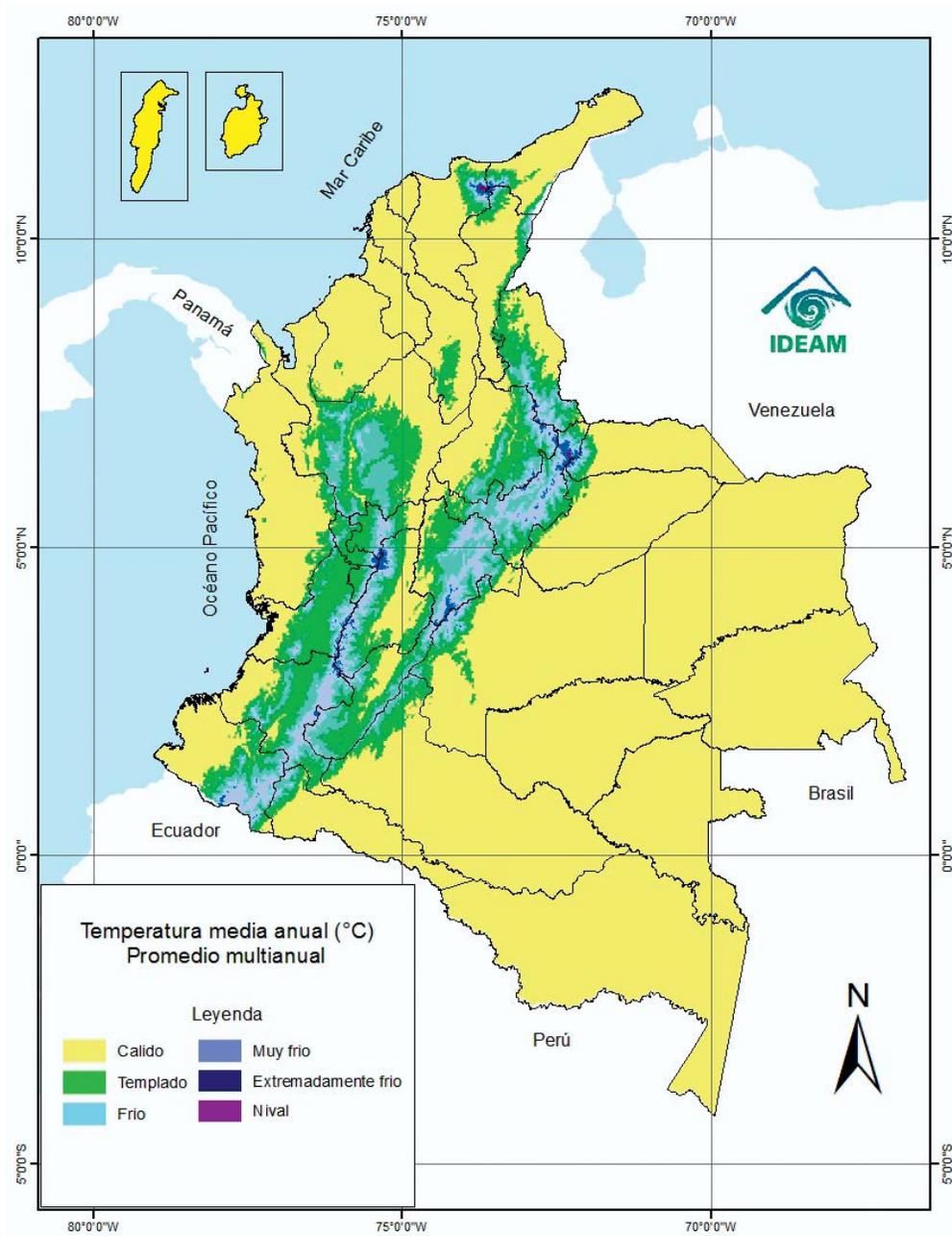
Elevación	Temperatura mínima media	Temperatura media	Temperatura máxima media
0	23.4	28.2	33.2
500	20.7	25.4	30.5
1.000	17.9	22.6	27.7
1.500	15.2	19.8	25.0
2.000	12.4	17.0	22.2
2.500	9.7	14.2	19.5
3.000	6.9	11.4	16.7
3.500	4.2	8.6	14.0
4.000	1.4	5.8	11.2

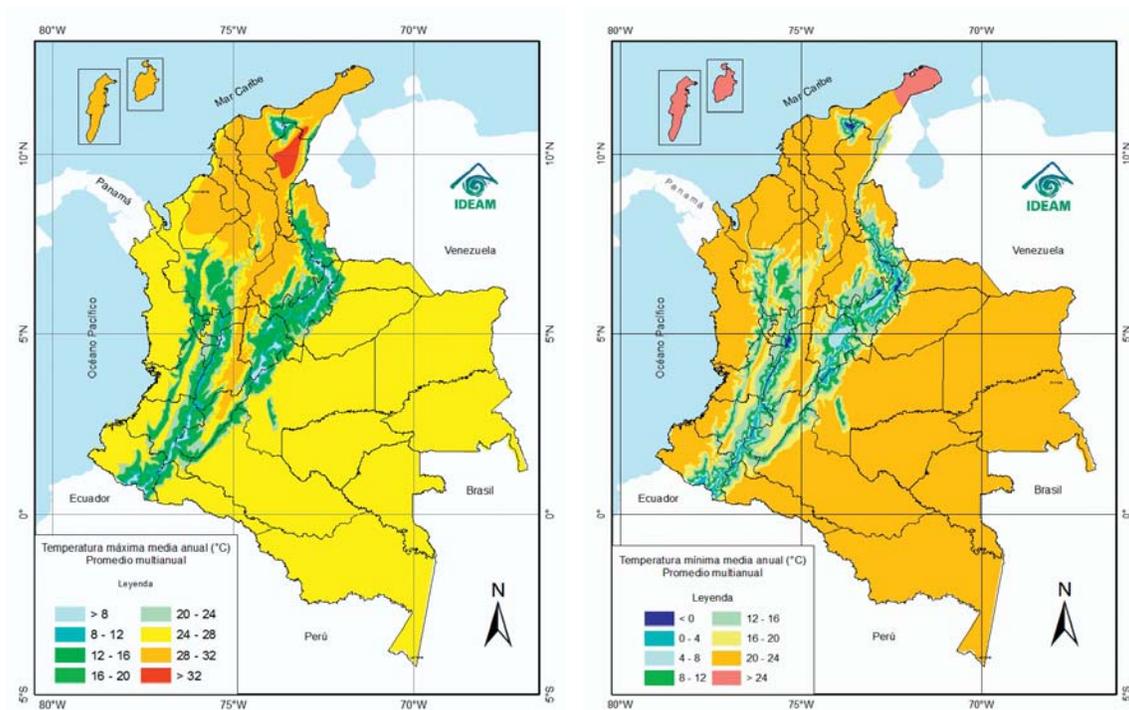


Estos modelos funcionan principalmente a partir de los 500 msnm. A menores alturas la dispersión es muy grande, y el modelo no simula núcleos de temperaturas significativos, que se originan por fac-

tores diferentes, tales como la exposición, la cobertura vegetal y otros. Es el caso de las altas temperaturas originadas en los valles geográficos ubicados en las cuencas del alto Magdalena y del alto Cauca.

**Figura 2.22** Temperatura media anual (°C)



**Figura 2.23** Temperatura máxima media anual y Temperatura mínima media anual (°C)

En la región Pacífica debido a las altas humedades de la atmósfera sobre esta región, las temperaturas en general son inferiores a las registradas en la región Caribe o en los valles interandinos. En la región se registran temperaturas medias comprendidas entre 24 y 28°C.

En la Amazonía y Orinoquía no existen accidentes orográficos notables, siendo bastante homogénea la distribución de temperatura, la cual presenta valores entre 24 y 28°C. Hacia el piedemonte los registros oscilan entre 8 y 20°C, en dependencia de la elevación.

Como es característico de las regiones tropicales, las temperaturas en Colombia tienen una baja variabilidad intermensual y una significativa amplitud diaria. En la Figura 2.23 se aprecia el comportamiento de las temperaturas medias mensuales (máxima, mínima y media).

En general, las temperaturas máximas tienden a presentar sus valores más altos en las épocas se-

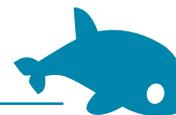
cas, siendo más notoria esta relación en la región Andina y oriente del país. La temperatura mínima, también presenta valores mínimos en los meses más secos. La amplitud de las temperaturas es en promedio de 10°C, siendo mayor en las temporadas secas y menor en épocas de lluvia.

### 2.2.3 Tendencias del clima de Colombia - Escenarios de cambio climático

El análisis de las tendencias de largo plazo en los registros históricos climatológicos, tomados en diferentes regiones del país, muestra las siguientes evidencias de cambio climático:

La temperatura media está aumentando a una tasa de cambio de 0.13°C por década para el período 1971-2000 . Los departamentos en los que se están presentando los mayores aumentos son:

Córdoba, Valle, Sucre, Antioquia, La Guajira, Bolívar y Chocó con 0.14°C/década; Santander y Nor-



te de Santander con 0.16°C/década; Cauca, San Andrés y Tolima con 0.18°C/década y Caquetá con 0.23°C/década; indicando de alguna manera que son lugares que han sentido mayormente el calentamiento global sobre el territorio nacional.

Desde un punto de vista más regional, las poblaciones que han sentido la mayor tendencia al aumento de temperatura (valores por encima 0.3°C/década), durante el período 1971-2000, son los ubicados en los siguientes municipios: Antioquia: Antioquia, Barbosa, Bello, Cauca, Medellín, Remedios, Rionegro, San Roque, Santa Rosa de Osos, Santo Domingo y Urrao. Bogotá: Bogotá. Bolívar: El Guamo y Morales. Boyacá: Nuevo Colón y Sativanorte. Caldas: Manizalez, Supía y Viterbo. Caquetá: Belén de los Andaquíes, El Doncello y Florencia. Cauca: Bolívar, Mercaderes, Popayán, Puracé. Cesar: Aguachica y La Paz. Córdoba: Cere-té, Chimá y Planeta Rica. Cundinamarca: Chía, Chocontá, Gachetá, Guatavita, Mosquera, Nemocón, Pasca, Puerto Salgar, Tocancipa, Ubaté, Yacopí y Zipaquirá. Huila: Garzón, San Agustín y Villavieja. La Guajira: Uribia y Urumita. Magdalena: Ciénaga. Meta: Villavicencio. Nariño: Consacá y Taminango. Norte de Santander: Ábrego, Cúcuta, El Zulia, San Calixto y Teorama. Putumayo: Puerto Leguizamó. Santander: Charalá, Chima, Gambita, Girón, Puerto Parra y Sabana de Torres. Sucre: San benito Abad. Tolima: Ambalema, Ataco, Cajamarca, Espinal, Flandes, Ibagué, Melgar, Planadas y San Antonio. Valle: Argelia, Buenaventura, Cali y Sevilla.

Las tendencias para el período 1971-2000 de la precipitación total anual, han mostrado disminución en unos sectores y aumentos en otros. En particular, las disminuciones más significativas en la lluvia total anual se registraron en Putumayo (-6.14mm/año), Atlántico (-5.88mm/año), Arauca (-3.86mm/año), Guaviare (-3.85mm/año), Boyacá (-3.60mm/año), Nariño (-3.11mm/año) y Cundinamarca (-3.00mm/año); mientras que las tasas de aumento se registraron a nivel regional en áreas de Quindío (+0.58mm/año), San Andrés (+0.67mm/año), Cesar (+1.47mm/año), Cauca y Vaupés (+1.64mm/año), Guainía (+2.14mm/año), Antioquia (+2.31mm/año), Chocó (+3.34mm/año) y Caldas (+3.88mm/año).

Desde un punto de vista más regional, los descensos más significativos de precipitación (valores por debajo de -4.00mm/año), se registraron en las poblaciones ubicadas en los siguientes municipios: Antioquia: Amalfi y Yarumal. Atlántico: Barranquilla. Boyacá: Pajarito, Susacón y Ventaquemada. Cauca: La Vega. Cesar: Gamarra. Cundinamarca: Gachetá, Junín, Medina, Paimé y Ubalá. Meta: Acacias, El Calvario y Guamal. Nariño: Barbacoas. Putumayo: Mocoa, San Francisco y Sibondoy. Risaralda: Santa Rosa de Cabal. Santander: Confines. Valle: Buenaventura.

Contrariamente, los aumentos más significativos de precipitación (valores por encima de +4.00mm/año), se registraron en las poblaciones ubicadas en los siguientes municipios: Antioquia: Briceño, Nariño, Sonsón y Valdivia. Bolívar: Achí y Mahates. Caldas: Aguadas, Manizales, Marquetalia y Riosucio. Cauca: Caloto, López y Timbiquí. Cesar: Agustín Codazzi. Chocó: Certegui, Condoto, Quibdó y Río Quito. Huila: Santa María. Meta: Villavicencio. Norte de Santander: Teorama. Santander: Galán. Tolima: Líbano y Santa Isabel. Valle: Buenaventura y Calima.

La humedad relativa no ha presentado cambios significativos para el período 1971-2000, es decir, sus valores han permanecido estables.

Mediante una evaluación de los modelos climáticos globales que mejor representan el clima regional y con la ayuda de modelos climáticos regionales de alta resolución espacial, se simuló diversos escenarios climáticos que ocurrirían sobre el territorio colombiano en los decenios venideros del siglo XXI. Con base en lo anterior se plantea el siguiente como el escenario de cambio climático más probable para el país:

La temperatura media en el territorio nacional continuará incrementándose durante el transcurrir del siglo XXI de tal manera que para el período 2011-2040 habría aumentado en  $1.4 \pm 0.4^\circ\text{C}$ , para 2041-2070 en  $2.4 \pm 0.5^\circ\text{C}$  y para 2071-2100 en  $3.2 \pm 0.7^\circ\text{C}$ . Los aumentos más significativos de la temperatura media se esperarían en gran parte de las regiones Caribe y Andina especialmente en los departamentos de Sucre, Norte de Santander, Risaralda, Huila y Tolima.

En cuanto a los valores medios de temperatura mínima, se proyectan aumentos del orden de  $1.1\pm 0.3^{\circ}\text{C}$  para el 2011-2040,  $1.8\pm 0.4^{\circ}\text{C}$  para 2041-2070 y  $1.9\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  para 2071-2100, mientras que, con respecto a los valores medios de temperatura máxima, las proyecciones calculan aumentos del orden de  $1.5\pm 0.6^{\circ}\text{C}$  para el 2011-2040,  $2.3\pm 0.7^{\circ}\text{C}$  para 2041-2070 y  $3.6\pm 0.9^{\circ}\text{C}$  para 2071-2100, indicando que los días serán más cálidos respecto al período de referencia 1971-2000.

Desde un punto de vista más regional, las poblaciones que sentirían el mayor aumento de temperatura (valores por encima del aumento estimado más una desviación estándar), debido a cambio climático, son los ubicados en los siguientes municipios: Antioquia: Antioquia, Cauca y Puerto Berrío. Bogotá: Bogotá. Bolívar: El Guamo, María la Baja y Zambrano. Boyacá: Puerto Boyacá. Cauca: Cajibío, Caloto y Popayán. Cesar: Aguachica, Agustín Codazzi y La Gloria. Córdoba: Cereté. Cundinamarca: Girardot, Jerusalén, Puerto Salgar, Soacha y Yacopí. Huila: Baraya, Campo Alegre, Palermo, Tello y Villavieja. Norte de Santander: Ábrego, Cúcuta, El Zulia, San Calixto, Sardinata, Teorama y Tibú. Santander: Chima, Cimitarra, Puerto Parra, Puerto Wilches y Sabana de Torres. Sucre: San Benito Abad. Tolima: Ambalema, Armero, Ataco, Coyaima, Dolores, Espinal, Flandes, Guamo, Honda, Ibagué, Lérida, Mariquita, Melgar, Natagaima, Prado, Purificación, Saldaña, San Luis y Valle de San Juan.

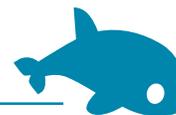
En cuanto a precipitación, las proyecciones indican que habrá lugares donde aumentaría y sectores donde se reduciría. En promedio, para el período 2011-2070 la precipitación anual decrecería en no más de un 15% del valor del período 1971-2000. No obstante, los escenarios de cambio climático más pesimistas analizados proyectan reducciones hasta del 36% con respecto al período de referencia 1971-2000, especialmente hacia finales de siglo XXI (2071-2100).

Las mayores reducciones de lluvia, para el resto del siglo XXI (2011-2100), se esperarían en Córdoba, Bolívar, Huila, Nariño, Cauca, Tolima y Risaralda, pero en

algunos de estos departamentos este cambio ya se empezaría a evidenciar en el transcurso del período 2011-2040. Desde el punto de vista de los escenarios más "pesimistas" analizados, estos calculan que las reducciones más significativas de lluvia se darían, especialmente, en gran parte de los departamentos de la región Caribe, así: Sucre (-36.3%), Córdoba (-35.5%), Bolívar (-34.0%), Magdalena (-24.6%) y Atlántico (-22.3%). Vale la pena destacar que, en la región Andina, los departamentos de Caldas (-21.9%) y Cauca (-20.4%) también tendrían importantes reducciones en los volúmenes de precipitación.

Desde un punto de vista más regional, las poblaciones que sentirían las mayores reducciones de precipitación (valores por debajo de -36%), debido a cambio climático, son los ubicados en los siguientes municipios: Antioquia: Amalfi, Anorí, Ituango, Segovia y Yarumal. Atlántico: Campo de la Cruz, Santa Lucía y Suan. Bolívar: Arenal, Córdoba, Mangangué, María La Baja, Pinillos, San Fernando, San Juan Nepomuceno, San Pablo, Simití y Zambrano. Boyacá: Campohermoso. Caquetá: Puerto Rico. Cauca: La Vega. Cesar: Aguachica, Astrea, Bosconia y El Paso. Córdoba: Cotorra, Momil, San Andrés Sotavento y San Pelayo. Cundinamarca: Albán, Anolaima y Ubalá. Magdalena: Ariguani, El Piñón, El Retén, Fundación, Nueva Granada, Pivijay, Plato, Remolino y Santa Ana. Meta: Acacías, Guamal y San Martín. Putumayo: Mocoa y Puerto Guzmán. Santander: Matanza, Puerto Wilches, Rionegro y Suratá. Sucre: Buenavista, Sampués, San Benito Abad, San Juan de Betulia, San Onofre y Santiago de Tolú.

Los mayores aumentos de precipitación se observarían en Vaupés (+9.5%), Chocó (+5.2%), Guainía (+3.7%), Amazonas (+3.5%) y Vichada (+2.3%). Desde un punto de vista más regional, las poblaciones que sentirían los mayores aumentos de precipitación (valores por encima de +36%), debido a cambio climático, son los ubicados en los siguientes municipios: Antioquia: Guadalupe y San Juan de Urabá. Cauca: López. Cesar: Pueblo Bello y Valledupar. Córdoba: Montería. Bogotá: Chía. La Guajira: San Juan del Cesar. Santander: Barichara, Barranbermeja, Cabrera, Hato, Palmar, Pinchote y Simacota. Para Bogotá, los escenarios de cambio climático



más pesimistas analizados arrojan reducciones de precipitación del -11.6% para el período 2011-2040, -16.1% para el 2041-2070 y del -3.4% para 2071-2100, con respecto a la climatología del período de referencia 1971-2000.

Para la zona insular de San Andrés y Providencia, los escenarios pesimistas indican reducciones del volumen de precipitación del orden de -6.7%, -7.0% y -10.0% para los períodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, respectivamente.

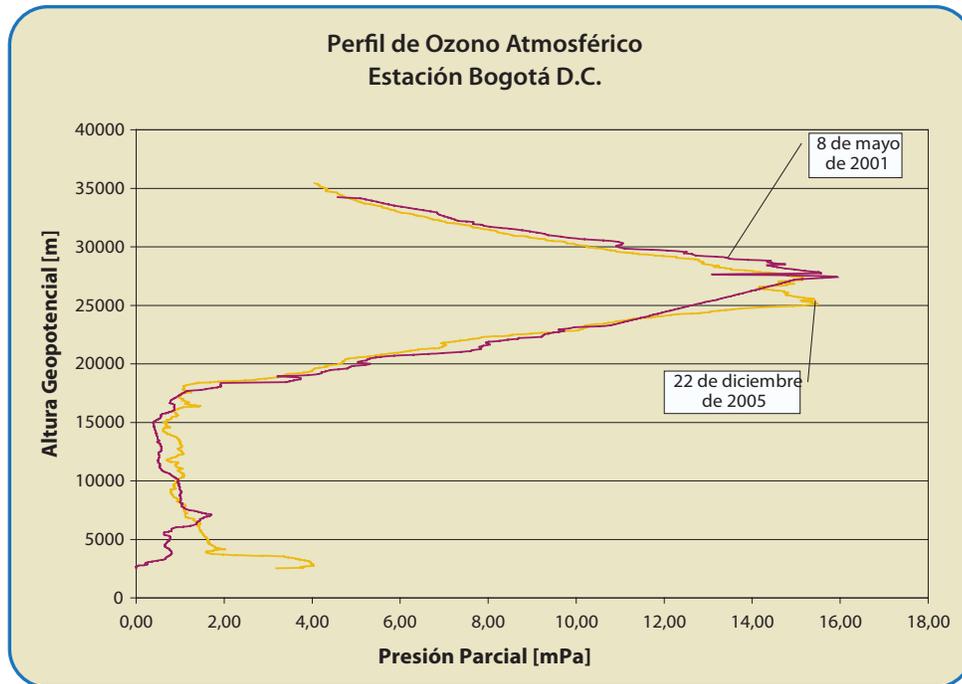
Las proyecciones de cambio climático evaluaron que la humedad relativa, se reduciría en Colombia en 1.8% para el 2011-2040, 2.5% para 2041-2070 y 5.0% para 2071-2100; las disminuciones más significativas comenzarían a manifestarse en el transcurso del período 2011-2040 en Tolima (-5.4%), Quindío (-4.0%) y Huila (-3.8%) pero paulatinamente, para mediados y finales de siglo, se extenderían a otros departamentos como Sucre (-5.5%), Bolívar (-5.3%), Cesar (-6.0%), La Guajira (-4.9%), Norte de Santander (-7.4%), Cauca (-6.0%), Cundinamarca (-5.9%), Santander (-5.2%), Nariño (-5.2%) y Risaralda (-5.0%).

Con lo anterior, se deduce que los menores cambios del clima se presentarían en: la Península de La Guajira, la cual mantendría sus características desérticas; el Chocó, donde continuaría prevaleciendo el clima superhúmedo; la Amazonía, que seguiría siendo húmeda, y en gran parte de los Llanos Orientales, donde el clima semihúmedo persistiría. Los cambios más significativos se esperarían en la Región Caribe que cambiaría de un clima semihúmedo (condiciones actuales) a semiárido y luego a árido para finales del siglo XXI. En la Región Andina, los cambios más notables representados en una transición de clima semihúmedo a clima semiárido, se presentarían en áreas de Cundinamarca, Boyacá, Tolima, Huila y oriente del Valle, especialmente .

### Estudio de Caso: Análisis de variables en altura con base en los ozonosondeos realizados en Bogotá

El ozono es un gas incoloro e inestable de tres átomos de oxígeno (su fórmula química es  $O_3$ ), además, es un oxidante fuerte, muy fácil de producir pero a la vez muy frágil y fácil de destruir. Este gas reacciona fácilmente con muchos compuestos químicos y es explosivo en pequeñas cantidades. Aunque su proporción es pequeñísima en comparación con otros componentes, en la estratosfera (capa de la atmósfera, ubicada entre los 16 y 50 km de altitud), es de vital importancia porque protege la vida del planeta, absorbiendo los rayos ultravioleta (particularmente la radiación UV-B en el rango de 280 a 320 nanómetros de longitud de onda) procedentes del sol, los cuales son peligrosos para la salud humana, para los animales y las plantas, incluyendo al plancton marino, contribuyendo así al calentamiento de la estratosfera, que se manifiesta con el aumento de la temperatura con la altura, lo cual genera resistencia a los movimientos verticales. Por otro lado, el ozono es un gas de efecto invernadero (GEI) que absorbe y emite radiación infrarroja, con lo cual contribuye al calentamiento de la troposfera y en la baja atmósfera y sobre superficie, el ozono se constituye en un contaminante nocivo para la salud.

El ozono se presenta desde la superficie terrestre hasta una altura aproximada de 70 kilómetros, pero la mayor cantidad, cerca del 90%, se da en la estratosfera entre los 16 y los 50 kilómetros (Figura 2.24) con una máxima concentración entre los 19 y 35 kilómetros. Esta capa de máxima concentración se conoce como *capa de ozono* y varía según la época y el lugar geográfico. En la misma figura se pueden observar Ozonosondeos de Bogotá que han alcanzado mayor altura. El realizado el 22 de diciembre de 2005 con 35.424 m (amarillo) y el del 8 de mayo de 2001 con 34.247 m (rojo).

**Figura 2.24 Ozonosondeos de Bogotá que han alcanzado mayor altura**

El IDEAM comenzó a realizar mediciones de la columna vertical de ozono, desde febrero de 1998, en la estación meteorológica EL DORADO en Bogotá. Las observaciones de ozono en superficie y altura se efectúan mediante la ozonosonda, la cual es un analizador de ozono acoplado a una radiosonda que permite medir la concentración del ozono en función de la altura, mediante el muestreo del aire mientras asciende el globo, el cual, puede llegar hasta altitudes de 30 a 35 kilómetros. Los ozonosondeos se realizan en Bogotá una vez al mes, entre las diez y las doce de la mañana y sus valores, hasta el momento, se han presentado dentro de lo normal (alrededor de 250 Unidad Dobson<sup>7</sup> (U.D.)).

#### • Análisis de los ozonosondeos

Los análisis se efectuaron a partir de los ozonosondeos exitosos (73) que se han realizado en Bogotá entre 1998 y 2008:

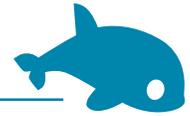
- Temperatura de la tropopausa (°C)
- Altura de la tropopausa (metros)

- Altura base de la capa de ozono (metros)
- Altura de la máxima concentración de ozono y su valor (metros y milipascas)
- Ozono superficial (promedio y máxima)
- Gradientes de Temperatura

En la mayoría de los análisis se trató de determinar el promedio mensual de la variable para poder definir su comportamiento durante el año.

#### • Temperatura de la tropopausa

La atmósfera, con base en el perfil vertical de la temperatura (Figura 2.25) se divide en cuatro capas: troposfera, estratosfera, mesosfera y termosfera. En la troposfera la temperatura generalmente disminuye con la altura y la tropopausa marca el límite superior de la troposfera, sobre la cual, la temperatura se mantiene constante antes de comenzar nuevamente a aumentar por encima de los 18 km.s.n.m. Esta situación térmica evita la convección del aire y confina de esta manera el clima a la troposfera.

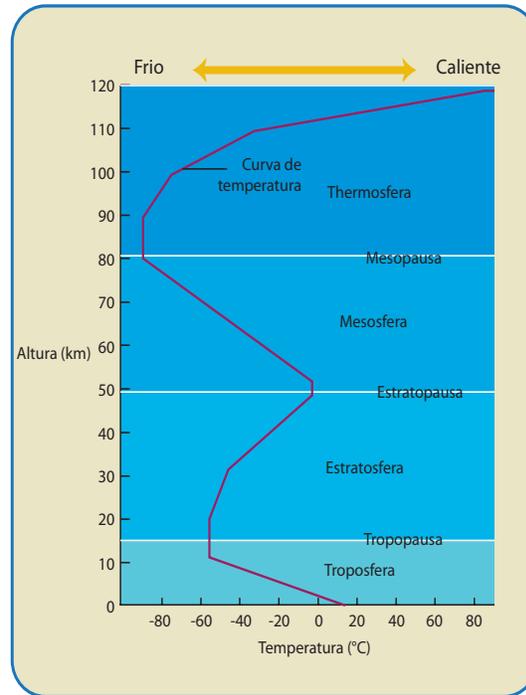


En la Figura 2.26 se presenta el comportamiento del promedio mensual de la temperatura en la tropopausa sobre la ciudad de Bogotá, obtenido a través de los datos de los ozonosondeos. Se observa un comportamiento monomodal y el mes de enero se caracteriza por presentar los valores más bajos (-86°C, debido a la inclinación del eje de rotación terrestre, en los meses en que ocurre el invierno del hemisferio Norte); a partir de febrero se presenta un aumento gradual de la temperatura en la tropopausa hasta el mes de julio (influencia del verano del hemisferio Norte), que es cuando se presentan los máximos valores durante el año (cerca a los -77.5°C). A partir de agosto empieza la disminución de la temperatura hasta el mínimo que se presenta en enero.

• **Altura de la tropopausa**

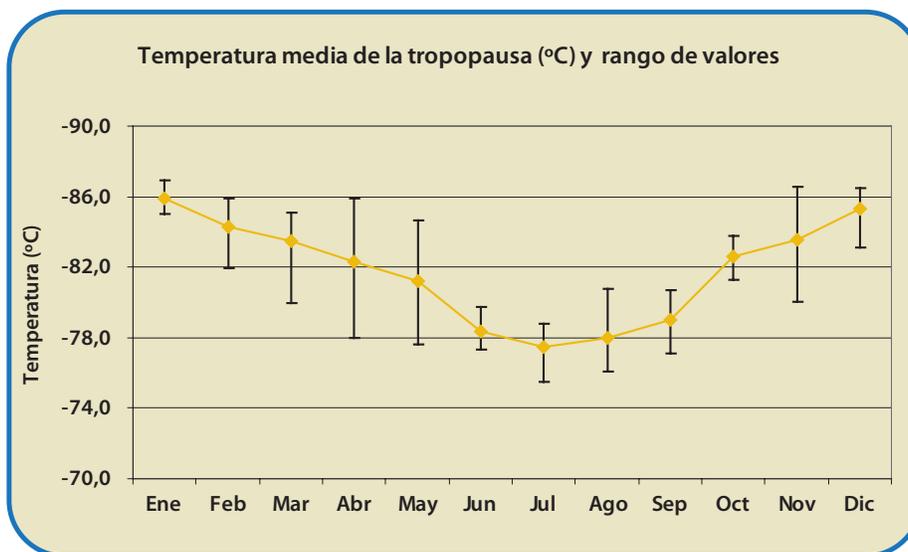
La altura aproximada de la tropopausa es de 9 km en los polos y entre los 16 a 19 km en el Ecuador. En la Figura 2.27 se presenta el comportamiento del promedio mensual de la altura en la tropopausa, sobre la ciudad de Bogotá. Se observa que la altura en la tropopausa tiene un comportamiento monomodal y el mes de febrero se caracteriza por presentar los valores más altos (17.850 metros); a partir de marzo se presenta una disminución gradual de la altura en la tropopausa hasta el

**Figura 2.25 Variación de la temperatura del aire con la altitud**



FUENTE: <http://www.oso.tamucc.edu/labs/lab5/lab5.es.htm>

**Figura 2.26 Comportamiento de la temperatura media en la tropopausa con base en los Ozonosondeos realizados en Bogotá**



mes de julio, que es cuando se presentan los mínimos valores durante el año (cerca de los 15.800 metros).

mientras que en julio se presentan los más bajos (14.270 metros).

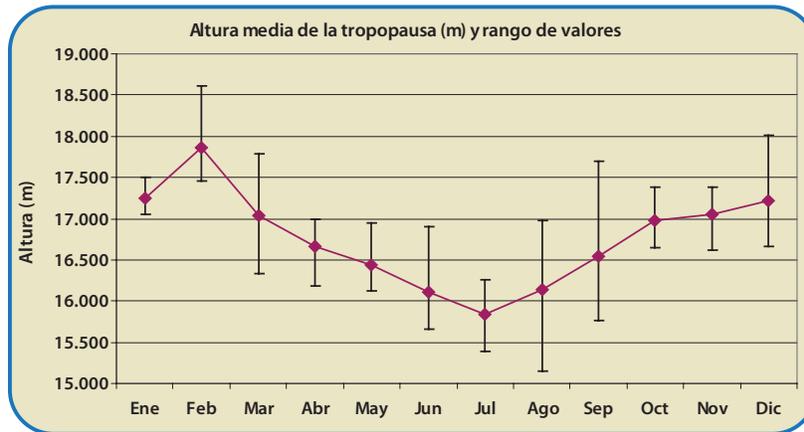
• **Altura base de la capa de ozono**

• **Altura de la máxima concentración de ozono y su valor**

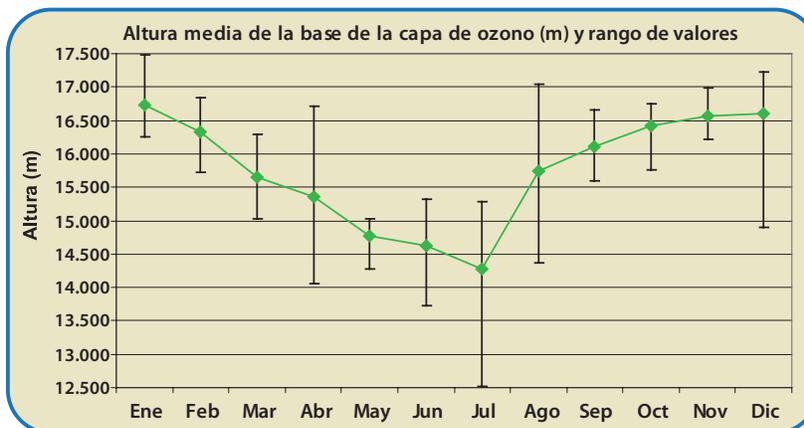
En la Figura 2.28 se puede observar que la altura de la base de la capa de ozono se presenta alrededor de los 15 a 17 kilómetros sobre Bogotá, pero de acuerdo a la Figura 2.27, esta altura varía a lo largo del año y tiene un comportamiento monomodal, el cual, se caracteriza porque en enero se presentan los valores más altos (16.730 metros),

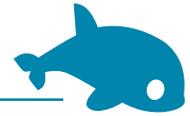
La altura de la máxima concentración, en la capa de ozono, se presenta entre los 24 y 28 km (Figura 2.29). Su comportamiento, ha sido levemente ajustado (especialmente en los meses de abril, octubre, noviembre y diciembre) para que este sea consistente, debido a la dificultad de obtener unos buenos promedios a partir de una suficiente cantidad

**Figura 2.27** Comportamiento de la altura media de la tropopausa con base en los Ozonosondeos realizados en Bogotá

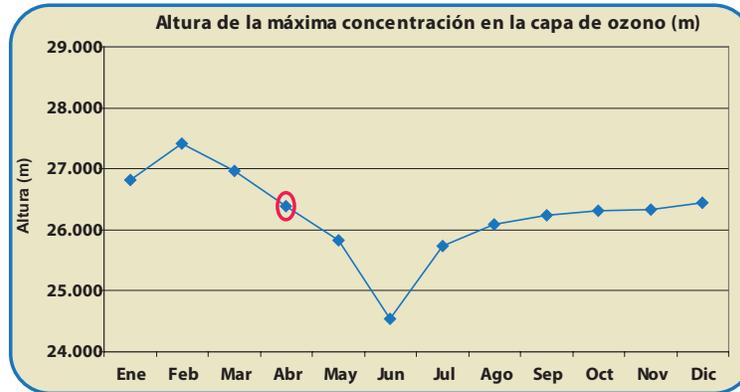


**Figura 2.28** Comportamiento de la altura media de la base de la capa de ozono, con base en los Ozonosondeos realizados en Bogotá





**Figura 2.29** Comportamiento de la altura de la máxima concentración en la capa de ozono, con base en los Ozonosondeos realizados en Bogotá



de datos (en algunos meses solo se tenía disponible uno o dos ozonosondeos), ya que hay pocos lanzamientos que hayan llegado al pico de la capa de ozono. Su comportamiento monomodal se caracteriza porque en febrero se presentan los valores más altos (27.420 metros) y en junio los más bajos del año (cerca de los 24.550 metros).

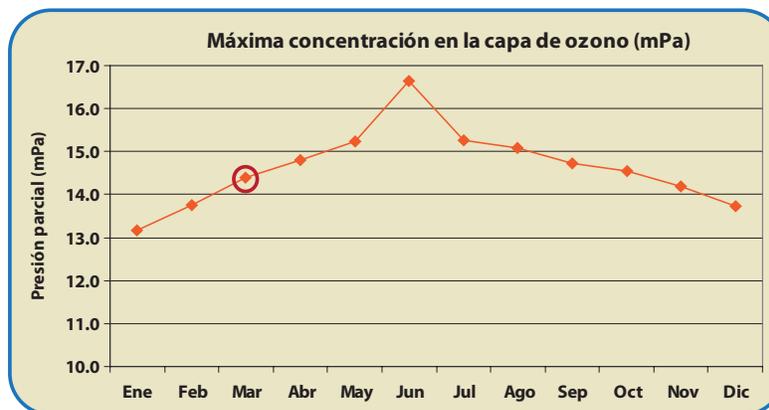
Por otro lado, en la Figura 2.30 se presenta el comportamiento de la máxima concentración de ozono en su capa, el cual también fue levemente ajustado (en meses como marzo, julio, septiembre, octubre y noviembre), debido a la razón expuesta anteriormente. Se presentan los máximos valores de concentración en junio (16.7 mPa,

concentración expresada como presión parcial) y a partir de julio se presenta una disminución gradual de la concentración hasta enero, que es cuando se presentan los mínimos valores durante el año (cerca de los 13.2 mPa).

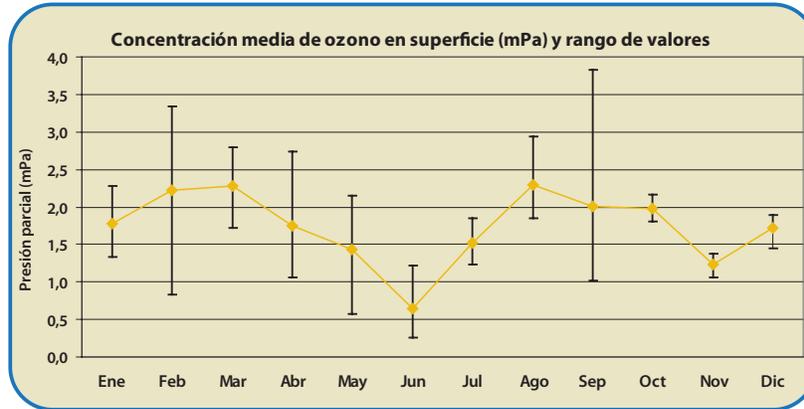
• Ozono superficial (promedio y máxima)

En las Figuras 2.31 y 2.32 se presenta el comportamiento del promedio mensual y la máxima concentración de ozono en superficie. Ambas presentan un comportamiento bimodal, con un primer pico en febrero y marzo y el segundo en

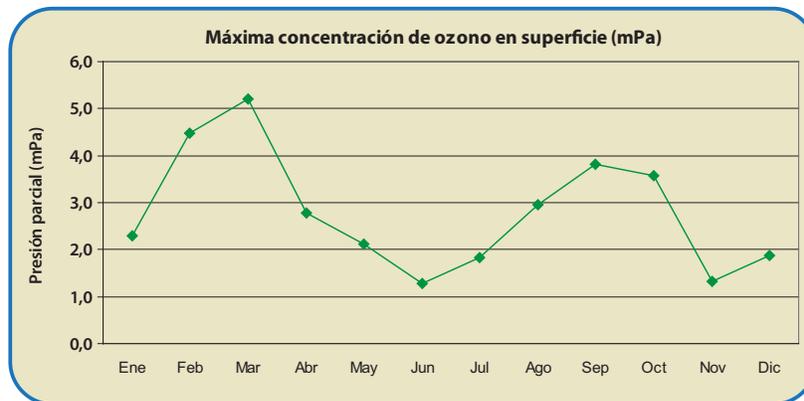
**Figura 2.30** Comportamiento de la máxima concentración en la capa de ozono, con base en los Ozonosondeos realizados en Bogotá



**Figura 2.31** Comportamiento del promedio de la concentración de ozono en superficie, con base en los Ozonosondeos realizados en Bogotá



**Figura 2.32** Comportamiento de la máxima concentración de ozono en superficie, con base en los Ozonosondeos realizados en Bogotá

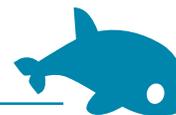


tre agosto y octubre. Como se había mencionado, el ozono superficial es el principal contaminante fotoquímico y es causante de muchos problemas, porque reacciona fuertemente para destruir o alterar otras moléculas (debido a su alto poder oxidante) y actúa como un contaminante tóxico para la salud humana, produciendo daños respiratorios, pulmonares y cardiacos.

En la Figura 2.32 se observa que en los picos se presentan concentraciones promedios entre 2.0 y 2.5 milipascales (mPa, equivalentes a valores entre 52 y 65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), mientras que en junio y noviembre se presentan los promedios más bajos, del orden de 0.7 mPa (18.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y 1.2 mPa (31.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), respectivamente. Cabe recordar que, según la resolu-

ción 610 del 2010, la norma a nivel nacional del  $\text{O}_3$  (concentración máxima permisible) para una hora es de 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Por otro lado, se observa que en el primer pico se presentan valores máximos de la concentración del ozono del orden de los 5.2 mPa (135.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), mientras que, en el segundo pico se presentan valores máximos del orden de 3.8 mPa (99.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Debido a lo anterior, se puede concluir que en el sector occidental de la ciudad (zona del aeropuerto), hacia el medio día y en algunos días de febrero y marzo (y posiblemente en septiembre y octubre) se pueden estar sobrepasando los valores máximos permisibles de ozono para una hora, según la Resolución 610 del 2010.



• **Gradientes de Temperatura en Bogotá**

El gradiente vertical de temperatura se define como el gradiente en el que la temperatura del aire cambia con la altura. Se asume como el verdadero gradiente vertical de temperatura de la atmósfera y consiste en una disminución de aproximadamente 6 a 7 °C por km (en la troposfera) pero varía mucho según el lugar y la hora del día. Una disminución de la temperatura con la altura se define como un gradiente negativo y un aumento de temperatura con la altura como uno positivo. Es particularmente importante para la circulación vertical, ya que la temperatura del aire circundante determina el grado en el que una porción de aire se eleva o desciende.

Para el análisis de los gradientes de temperatura en Bogotá, a partir de la información de los ozonsondeos, se tomaron diferentes sectores de la atmósfera, tal como se aprecian en la Tabla 2.5. Para cada sector se obtuvo el promedio mensual y el análisis de su comportamiento es el siguiente:

El gradiente negativo es más alto en la parte baja y alta de la troposfera (entre superficie y 5.000 m y entre 10.000 m y tropopausa), el cual es cercano a los -7.5°C/1.000 m, mientras que en la región media de la troposfera (entre 5.000 m y 10.000 m) el gradiente es más bajo, aproximadamente -6.5°C/1.000 m.

El gradiente negativo promedio de la troposfera, teniendo en cuenta los gradientes promedios mensuales entre superficie y la tropopausa es de -7.06°C/ 1.000m, pero al promediar los gradientes promedio en los diferentes sectores de la troposfera es de -7.15°C/1.000m. Entonces, se puede asumir que en promedio el gradiente en la troposfera en Bogotá es de -7.10°C/1.000 m.

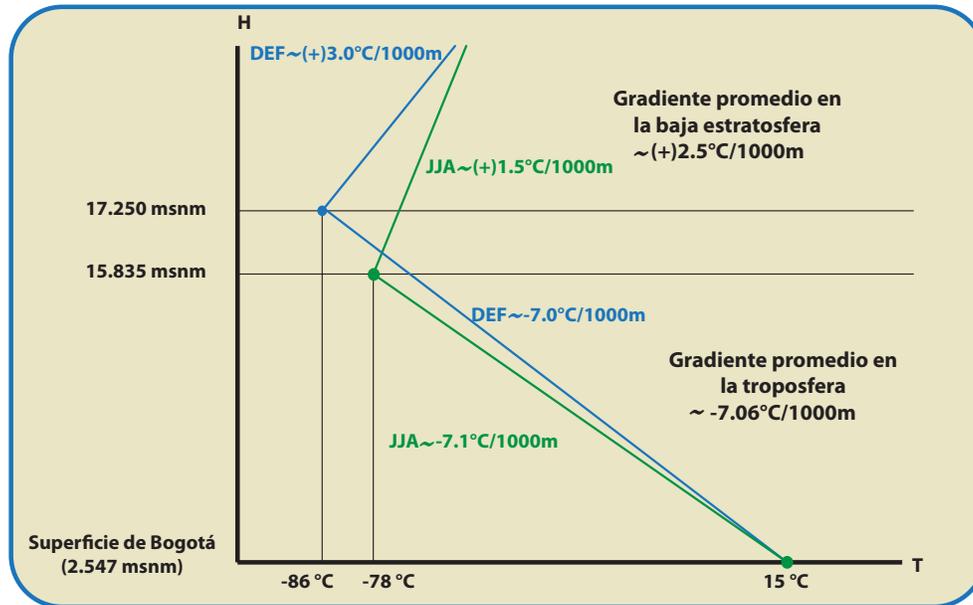
El promedio mensual del gradiente negativo de temperatura en la troposfera (Figura 2.33), es más alto hacia mitad de año (JJA-línea verde) y más bajo hacia los finales y comienzos del año en los sectores: entre superficie y 5.000 m, entre 10.000 m y tropopausa y el promedio general entre la superficie y la troposfera.

El promedio mensual del gradiente de temperatura en la parte baja de la estratosfera (sectores: entre tropopausa y 25.000 m, entre 25.000 m y 30.000 m y entre 30.000 m y 35.000 m), tiende a ser más alto hacia los finales y comienzos del año y más bajo hacia mitad de año. En promedio, el gradiente en esta zona de la estratosfera es de 2.5°C/1.000 m (Tabla 2.5).

Finalmente, del anterior análisis se determina que, hacia mitad del año (periodo junio-julio-agosto - JJA) se presenta mayor inestabilidad asociada a un mayor valor del gradiente térmico ambiental.

**Tabla 2.5 Promedios mensuales de gradientes de temperatura por sectores °C/1.000 m**

Promedio Gradientes de Temperatura por sectores (C/1000 m)														
Sectores	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio	Promedio
Superficie hasta 5.000 metros (m)	-7,2	-7,3	-7,4	-7,4	-7,5	-7,5	-7,6	-7,8	-7,6	-7,6	-7,4	-7,1	-7,5	-7,15
5.000 m hasta 10.000 m	-6,5	-6,5	-6,6	-6,3	-6,4	-6,7	-6,4	-6,5	-6,5	-6,4	-6,4	-6,4	-6,5	
10.000 m hasta tropopausa	-7,4	-7,4	-7,4	-7,8	-7,5	-7,6	-7,6	-7,7	-7,6	-7,6	-7,5	-7,4	-7,5	
Superficie hasta tropopausa	-6,98	-7,05	-7,07	-7,06	-7,09	-7,07	-7,1	-7,1	-7,07	-7,04	-7,07	-7,03	-7,06	-7,06
Tropopausa hasta 25.000 m	3,3	3,6	3,4	3,0	3,0	3,0	2,2	2,2	2,4	2,9	3,2	3,6	3	2,53
25.000 m hasta 30.000 m	1,8	3,2	3,6	3,6	3,6	1,1	1,1	2,1	2,4	2,5	2,8	1,8	2,5	
30.000 m hasta 35.000 m	3,4	2,3	1,8	2,6	1,1	Sin dato	1,3	1,5	2,0	2,0	2,5	3,1	2,1	

**Figura 2.33** Gradientes de temperatura en la troposfera y baja estratosfera

## 2.3 El Niño - La Niña 2007 - 2011

El periodo 2007-2011 se caracterizó por registrar una gran variabilidad intermensual en las variables meteorológicas y un comportamiento significativamente anómalo en los regímenes hídrico y térmico, debido a la presencia de los eventos La Niña 2007 – 2008 y su reactivación 2008 -2009; el Niño 2009 – 2010, y finalmente La Niña 2010-2011. Estas anomalías produjeron un marcado aumento en frecuencia y magnitud de eventos extremos tales como inundaciones, deslizamientos, sequías, heladas, incendios y otros, los cuales a su vez ocasionaron un fuerte impacto en la economía nacional y en la calidad de vida de un gran segmento de la población.

### Conceptos básicos sobre los fenómenos El Niño - La Niña

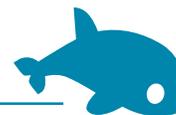
Los factores de interacción océano – atmósfera son los que generan mayor variabilidad en todos los niveles temporales y espaciales, en amplias áreas del

globo, incluida Colombia. Estos fenómenos son los llamados eventos ENSO (El nombre científico del fenómeno es: El Niño-Southern Oscillation, ENSO, por su sigla en inglés), y se describen como sigue:

**Fenómeno El Niño:** Su nombre se debe a pescadores del Perú que observaron que las aguas del sistema de corrientes del pacífico oriental se calentaban en la época de las fiestas navideñas dándole el nombre a este fenómeno de Corriente de El Niño, por su asociación con el Niño Jesús.

Cerca del final de año, las aguas del océano Pacífico a lo largo de las costas de Ecuador y norte de Perú se calientan. Esto es un fenómeno que ocurre cada año. Sin embargo, periódicamente (cada 2 a 7 años), este calentamiento es mucho más pronunciado, y se acompaña de una serie de anomalías en otras variables atmosféricas tales como la presión (menor de lo normal en el Pacífico oriental y mayor de lo normal en Australia), los vientos (se debilitan los alisios en superficie), la temperatura y las precipitaciones ([www.cpc.ncep-noaa.gov](http://www.cpc.ncep-noaa.gov)).

**Fenómeno La Niña:** El evento contrario también tiene lugar periódicamente, generando el fenómeno La Niña, algunas veces la temperatura de la superficie del océano en el Pacífico ecuatorial se hace más fría

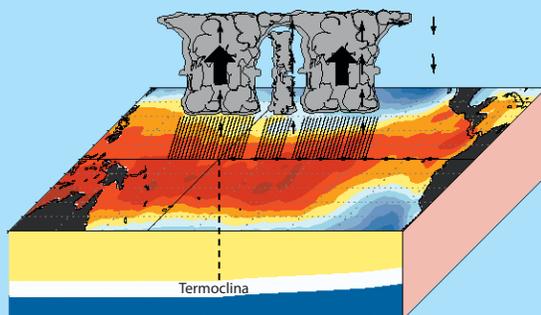


de lo normal. Estos episodios fríos, se caracterizan por presiones más bajas de lo normal sobre Indonesia y norte de Australia y presiones mayores de lo normal sobre el Pacífico oriental. Estos patrones están asociados con un aumento de los vientos alisios sobre el centro y oriente del Pacífico ecuatorial ([www.cpc.ncep-noaa.gov](http://www.cpc.ncep-noaa.gov)).

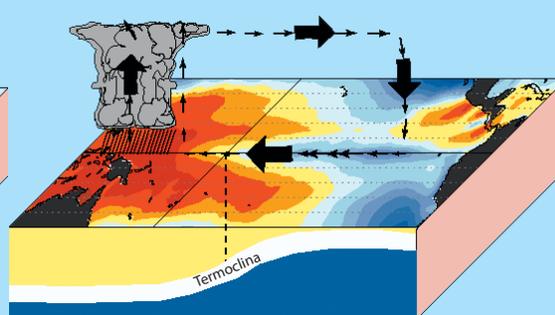
Los eventos ENSO, tienen un importante impacto sobre el comportamiento de las lluvias y las temperaturas en Colombia, particularmente en las regiones Andina y Caribe. Generalmente el fenómeno El Niño ocasiona reducción de lluvias y aumento de temperaturas, mientras que el fenómeno La Niña produce incremento de lluvias y disminución de la temperatura.

Es importante mencionar que lo anterior difiere del comportamiento histórico de estos eventos en países como Ecuador y Perú, en donde sucede lo contrario a lo que "normalmente" se registra en las regiones Caribe, Andina y centro y norte de la Pacífica, lo cual está dado básicamente por el comportamiento anómalo de los vientos. Así, cuando por ejemplo se registra una "Niña", tiende a haber condiciones más deficitarias en los países vecinos del sur, mientras que para Colombia los vientos alisios del noreste y del sureste (los cuales generan en su encuentro la Zona de Confluencia Intertropical), se fortalecen, ocasionando al chocar con más fuerza, mayores condiciones de humedad y nubosidad en el país; lo contrario, sucede ante un evento "El Niño".

Condiciones El Niño diciembre a febrero



Condiciones La Niña diciembre a febrero



Fuente [www.cpc.ncep-noaa.gov](http://www.cpc.ncep-noaa.gov)

### Duración del fenómeno El Niño, Índice ONI (Índice Oceánico El Niño, ONI, por su sigla en inglés)

El indicador más utilizado para caracterizar los eventos ENSO, es el denominado índice ONI (Índice Oceánico El Niño), utilizado por el servicio americano. El ONI se basa en la desviación de la temperatura superficial del mar (TSM) con respecto al promedio en la parte central del Pacífico tropical y es la magnitud utilizada para monitorear, evaluar y pronosticar un evento ENSO.

Se calcula como la media móvil de 3 meses consecutivos, de las anomalías de la TSM en la región Niño 3.4 (centro del Pacífico). Un evento El Niño se caracteriza por ONI positivas mayores o iguales a +0.5°C. El evento La Niña se caracteriza por ONI negativas menores o iguales a -0.5°C.

Para ser clasificado como un período El Niño/La Niña, es necesario que el ONI alcance valores superiores a estos rangos, durante al menos 5 períodos consecutivos de 3 meses.

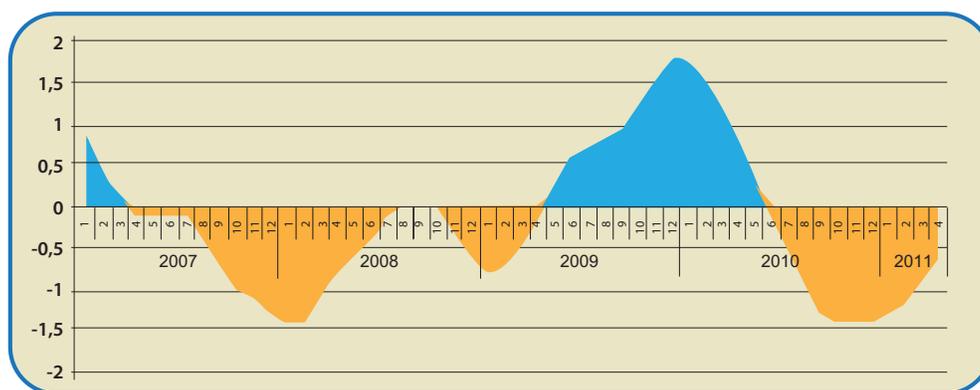
Durante el año 2007 se reportó la presencia de un fenómeno La Niña a partir del mes de septiembre de acuerdo con el ONI, el cual se prolongó hasta mayo de 2008. Sin embargo, desde el mes de diciembre de 2008 y hasta marzo de 2009 hubo una reactivación del fenómeno, aunque de magnitud relativamente baja. Luego de un breve período de transición, en mayo de 2009 el fenómeno se reversionó y hacia el mes de junio del mismo año, comenzó a registrarse un fenómeno El Niño, el cual impactó el segundo semestre de 2009 y parte del primer semestre de 2010, hasta el mes de abril. Nuevamente, se registró un breve período de transición

y en julio comenzó un evento La Niña que se prolongó por el resto del año 2010, y se prolongó hasta el mes de abril de 2011. En conclusión, el año 2008 estuvo afectado por el fenómeno La Niña; el año 2009 tuvo en sus inicios un fenómeno La Niña y a partir del segundo semestre un fenómeno El Niño y el 2010, comenzó con un evento El Niño y

terminó con un evento La Niña, el cual se prolongó hasta mayo de 2011.

En la Tabla 2.6 y la Figura 2.34 se aprecia la magnitud de los fenómenos El Niño y La Niña, representados por los valores mensuales de los índices ONI según la reporta la NOAA, en su página dedicada al seguimiento de estos eventos. ([www.cpc.ncep-noaa.gov](http://www.cpc.ncep-noaa.gov)).

**Figura 2.34 Anomalías de temperatura superficial del mar**



**Tabla 2.6 Valores mensuales de los índices ONI**

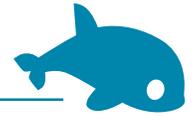
	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE
2007	0.8	0.4	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.4	-0.7	-1.0	-1.1	-1.3
2008	-1.4	-1.4	-1.1	-0.8	-0.6	-0.4	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.3	-0.6
2009	-0.8	-0.7	-0.5	-0.1	0.2	0.6	0.7	0.8	0.9	1.2	1.5	1.8
2010	1.7	1.5	1.2	0.8	0.3	-0.2	-0.6	-1.0	-1.3	-1.4	-1.4	-1.4
2011	-1.3	-1.2	-0.9	-0.6	-0.2							

### 2.3.1 Efectos de los eventos ENSO en la precipitación y la temperatura en Colombia durante el período 2007-2010

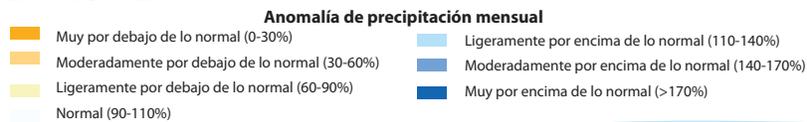
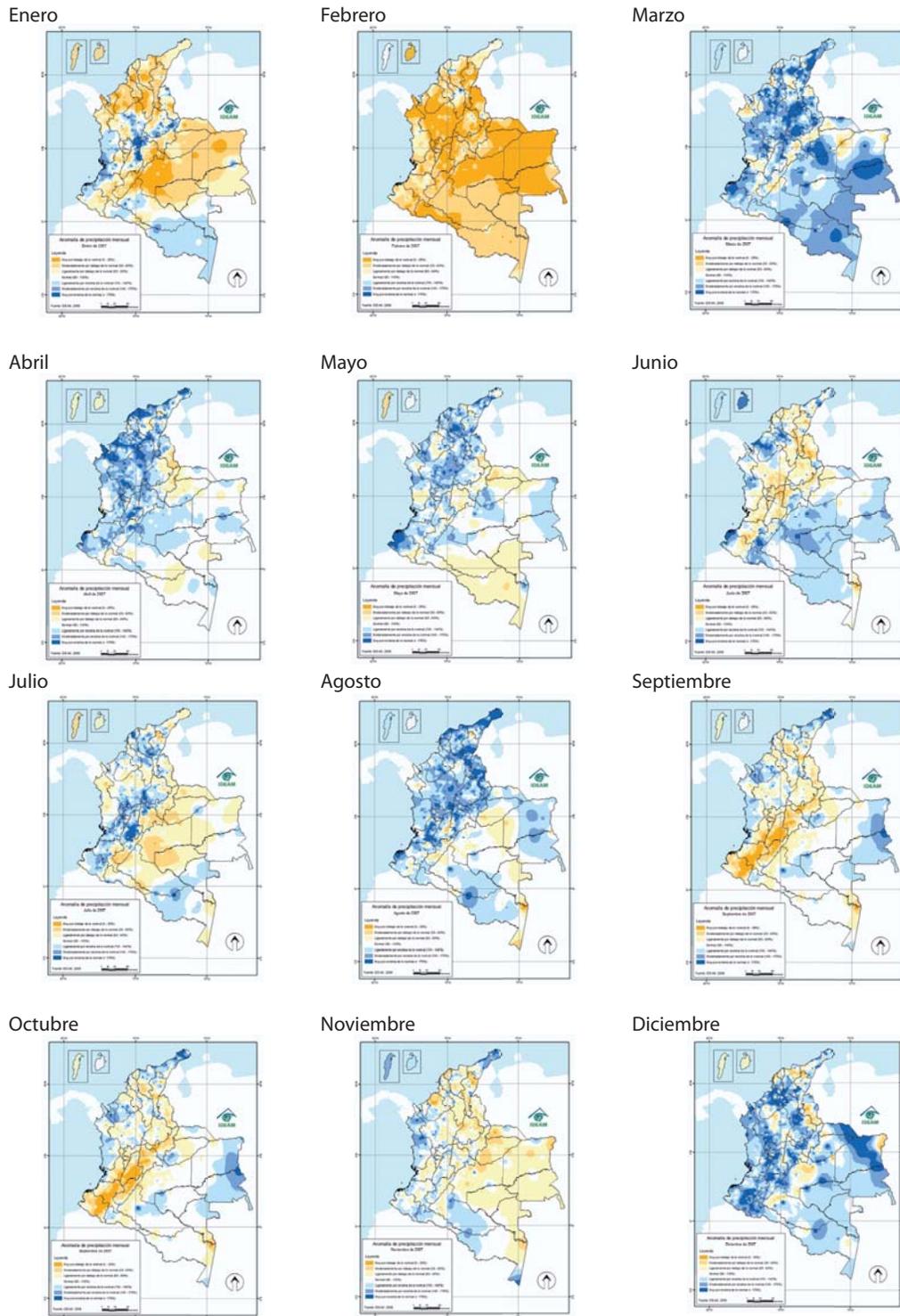
Se evidencia que los fenómenos El Niño y La Niña afectan de manera importante los regímenes de temperatura del aire y precipitación en Colombia. En términos generales, se ha comprobado que cuando se presenta el fenómeno El Niño, hay una tendencia hacia la disminución de los volúmenes de precipitación y al aumento de la temperatura, particularmente en las regiones Andina, Caribe y la parte norte de la región Pacífica. Durante el evento La Niña ocurre el efecto contrario: aumento de lluvias y disminución de temperaturas en

la mayor parte de las regiones Andina, Caribe y Pacífica. Sin embargo debe anotarse que el efecto sobre el régimen de precipitación y temperaturas en Colombia, varía de evento a evento y puede en algunos casos no ceñirse estrictamente a este patrón.

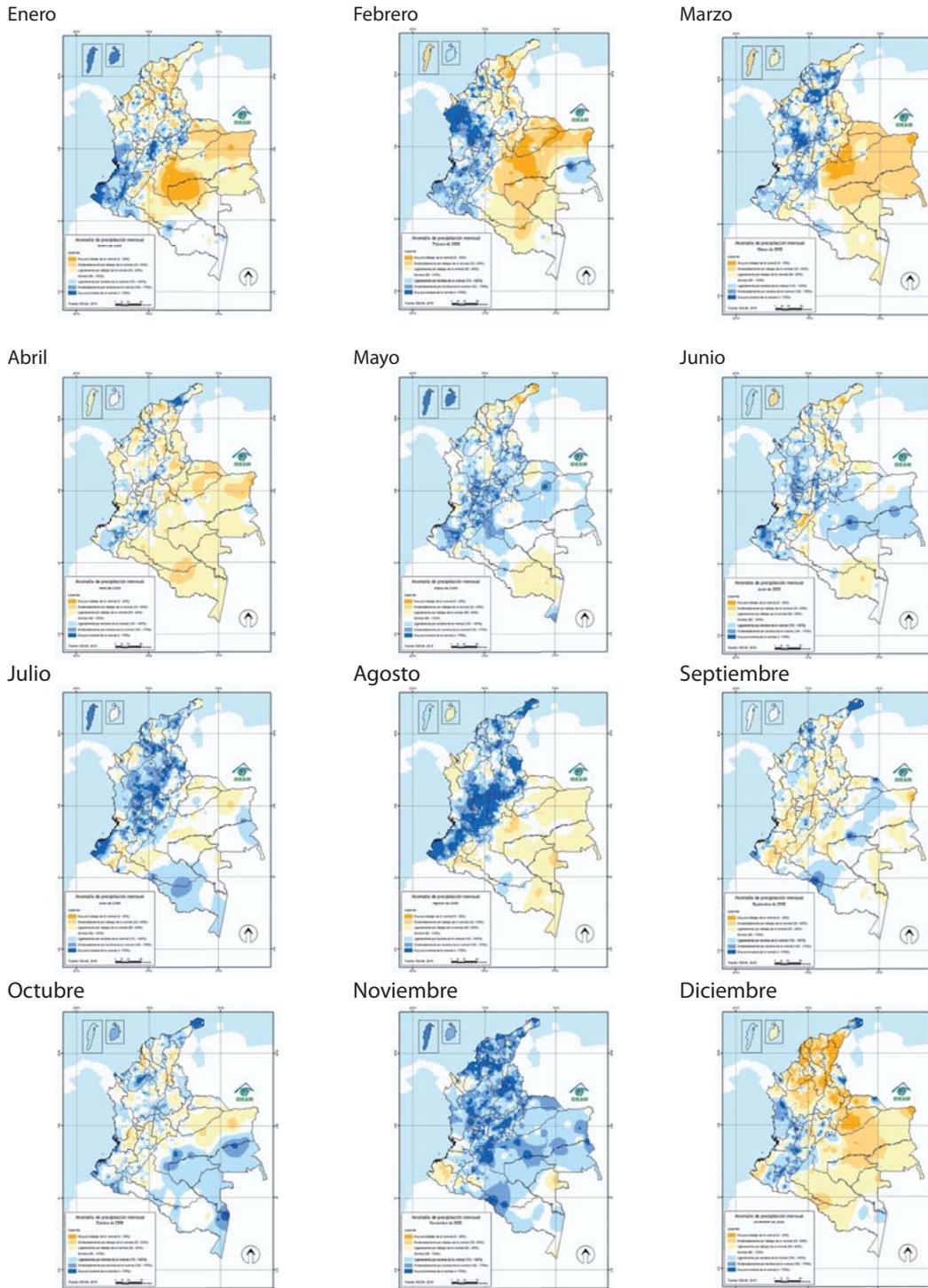
A partir de las Figuras 2.35, 2.36, 2.37, 2.38 y 2.39 de anomalías mensuales de precipitación 2007-2011, se construyeron las Tablas 2.7, 2.8, 2.9 2.10 y 2.11 de porcentaje de área afectada por déficit y excesos de lluvias para el periodo 2007 a 2011, en ellos, se aprecia el comportamiento de las anomalías de precipitación a nivel mensual para las regiones naturales de Colombia, expresadas como porcentaje de área afectada.



**Figura 2.35 Anomalías mensuales de precipitación 2007 (%)**

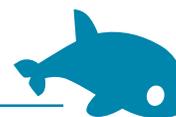


**Figura 2.36 Anomalías mensuales de precipitación 2008 (%)**

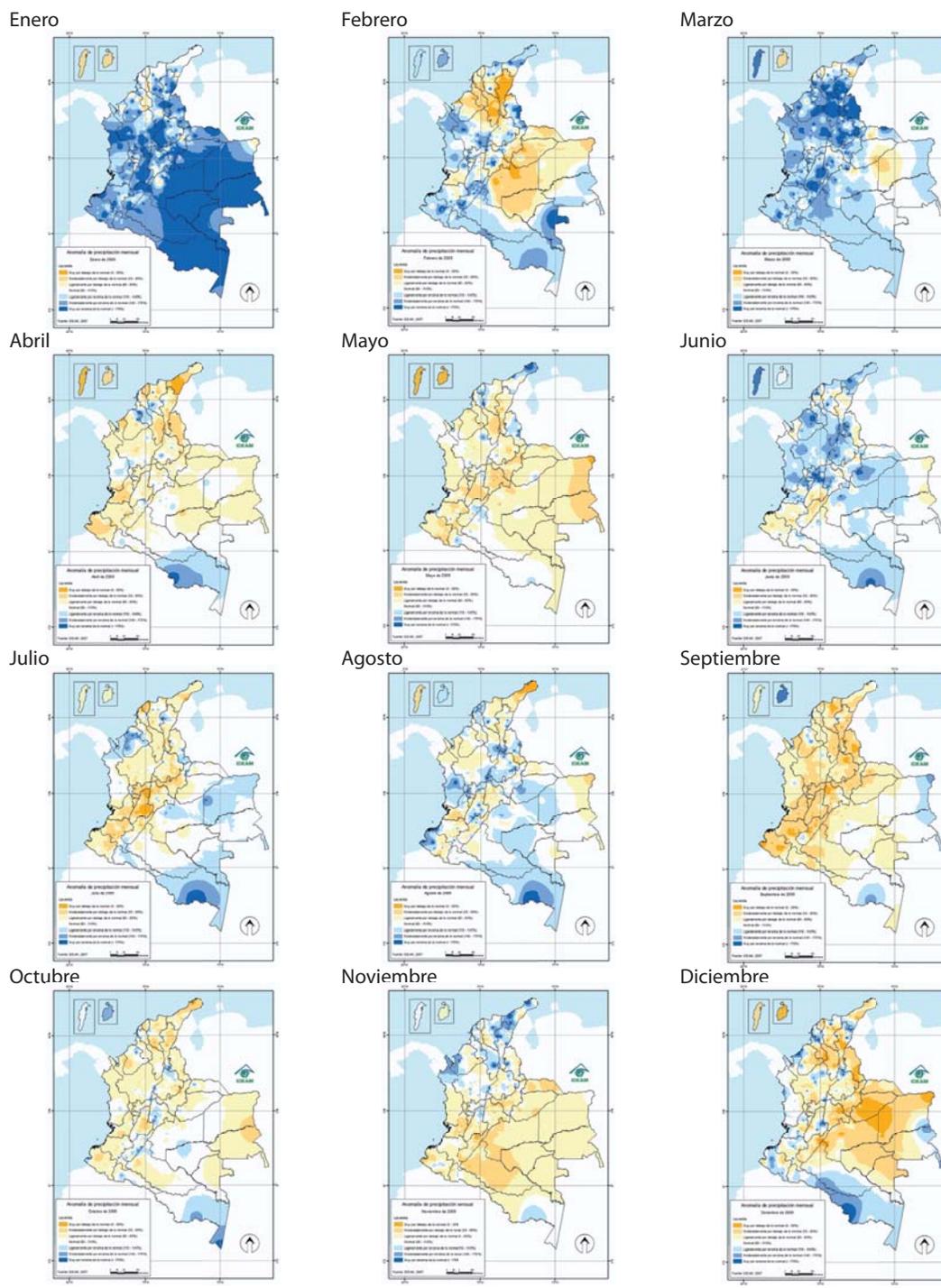


**Anomalia de precipitación mensual**

- Muy por debajo de lo normal (0-30%)
- Ligeramente por encima de lo normal (110-140%)
- Moderadamente por debajo de lo normal (30-60%)
- Moderadamente por encima de lo normal (140-170%)
- Ligeramente por debajo de lo normal (60-90%)
- Muy por encima de lo normal (>170%)
- Normal (90-110%)



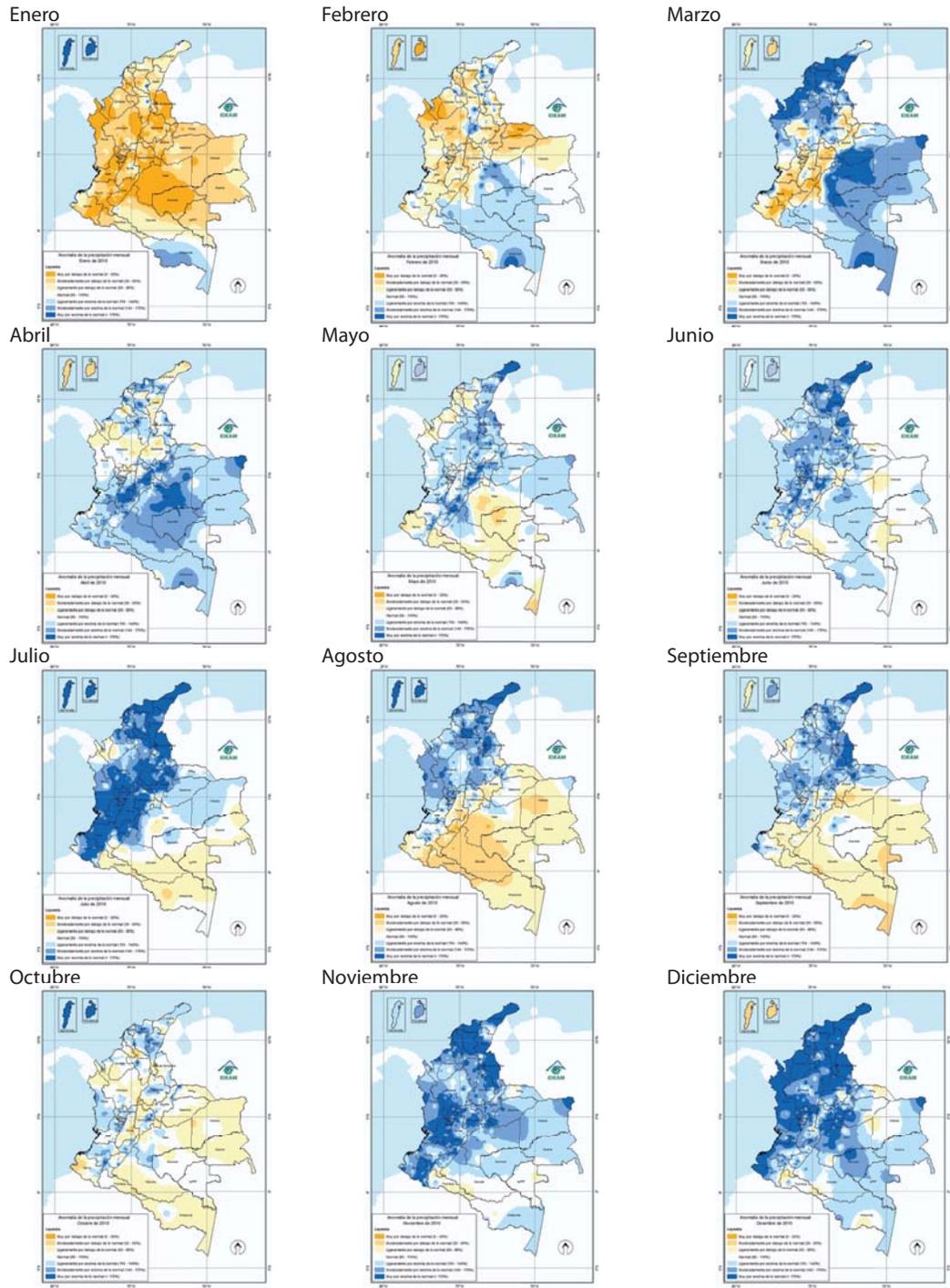
**Figura 2.37 Anomalías mensuales de precipitación 2009 (%)**



**Anomalía de precipitación mensual**

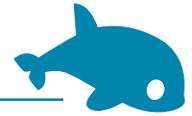
- |  |  |
|--|--|
| Muy por debajo de lo normal (0-30%)            | Ligeramente por encima de lo normal (110-140%)   |
| Moderadamente por debajo de lo normal (30-60%) | Moderadamente por encima de lo normal (140-170%) |
| Ligeramente por debajo de lo normal (60-90%)   | Muy por encima de lo normal (>170%)              |
| Normal (90-110%)                               |  |

**Figura 2.38 Anomalías mensuales de precipitación 2010 (%)**

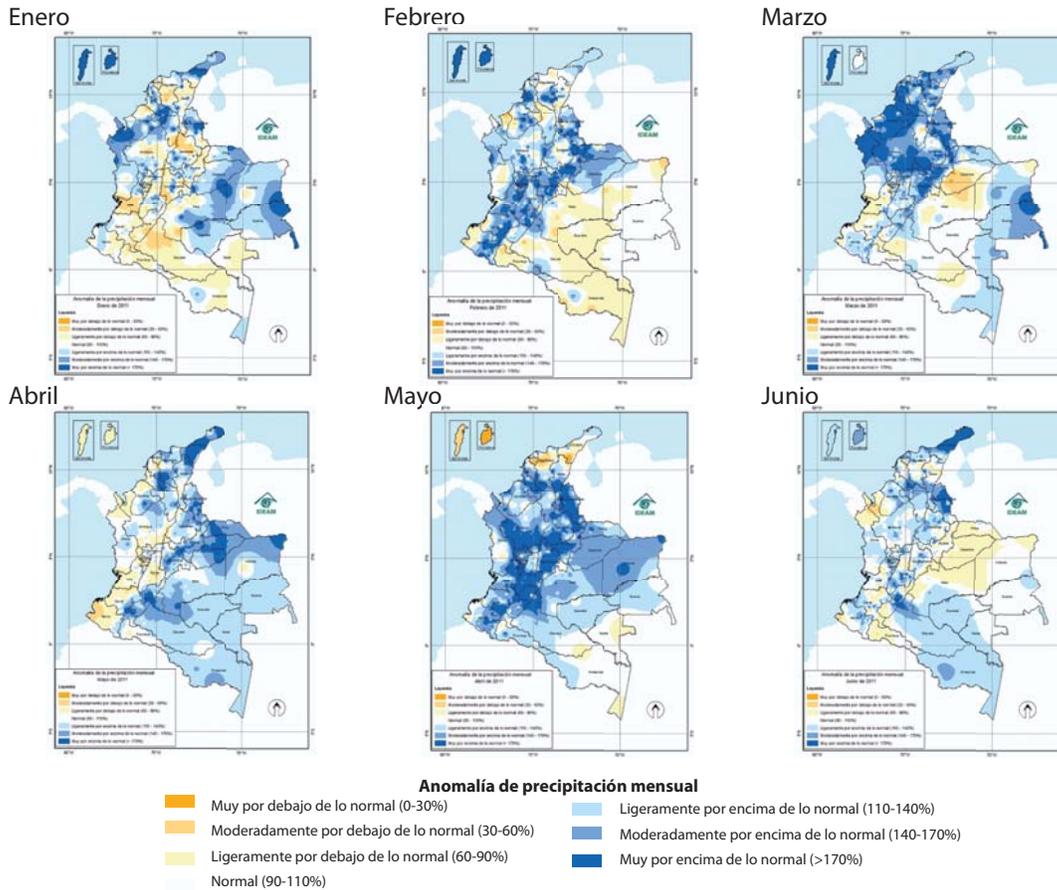


**Anomalía de precipitación mensual**

- |  |  |
|--|--|
|  Muy por debajo de lo normal (0-30%)            |  Ligeramente por encima de lo normal (110-140%)   |
|  Moderadamente por debajo de lo normal (30-60%) |  Moderadamente por encima de lo normal (140-170%) |
|  Ligeramente por debajo de lo normal (60-90%)   |  Muy por encima de lo normal (>170%)              |
|  Normal (90-110%)                               |  |



**Figura 2.39 Anomalías mensuales de precipitación 2011 (%)**



**Tabla 2.7 Porcentaje de área afectada por déficit y exceso de lluvias año 2007**

2007	Amazonía		Andina			Caribe			Orinoquía		Pacífico				
	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)			
Enero	42	15	43	60	16	24	97	3	0	98	1	1	36	7	57
Febrero	100	0	0	98	1	1	85	11	4	100	0	0	96	3	1
Marzo	1	3	97	13	15	71	9	15	76	11	19	69	15	12	73
Abril	13	59	28	13	14	73	8	11	80	15	50	35	5	23	72
Mayo	53	32	15	17	24	59	12	16	71	24	40	36	16	14	70
Junio	3	24	74	57	21	22	36	20	44	7	39	54	13	39	48
Julio	35	37	28	36	19	44	28	26	46	75	21	3	42	34	23
Agosto	13	40	46	10	14	77	4	9	87	28	31	41	5	25	70
Septiembre	15	58	27	71	19	10	38	21	41	17	56	26	26	20	54
Octubre	18	54	28	7	13	80	15	16	69	30	43	27	35	15	50

Continuación

2007	Amazonía			Andina			Caribe			Orinoquía			Pacífico		
	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)
Noviembre	46	30	24	46	33	21	54	20	26	82	14	4	7	22	71
Diciembre	5	19	76	13	12	75	20	13	66	14	14	73	1	6	93

NOTA: En la Tabla 2.7 se puede observar la columna del año (2007) en la cual se presentaron los dos eventos, el fenómeno de El Niño caracterizado con color amarillo y el de La Niña en color azul, los meses que no muestran la presencia de ninguno de estos dos eventos se clasifican como meses normales. Así mismo en las siguientes columnas de la tabla se clasificaron para cada región natural los meses SIGNIFICATIVOS, con anomalías de precipitación “por encima de lo normal” o “por debajo de lo normal”, es decir porcentajes de territorio afectado por lluvias excesivas, normales o deficitarias. El criterio para definir un mes SIGNIFICATIVO, es que el área afectada fuese igual o superior al 50% del total de territorio de la región natural respectiva. Así se representan en la tabla con color azul los casos significativos “por encima de lo normal”, y en color amarillo los casos significativos “por debajo de lo normal”.

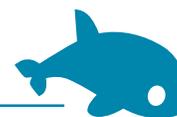
**Tabla 2.8 Porcentaje de área afectada por déficit y exceso de lluvias año 2008**

2008	Amazonía			Andina			Caribe			Orinoquía			Pacífico		
	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)
Enero	52	42	7	28	21	51	73	15	12	94	4	2	23	16	60
Febrero	63	25	12	22	17	60	54	19	27	90	4	6	4	13	82
Marzo	67	27	6	29	18	53	30	19	51	99	1	0	13	29	58
Abril	92	6	1	43	29	28	44	21	35	80	17	3	45	37	19
Mayo	30	45	25	7	20	73	42	26	33	6	39	55	17	56	28
Junio	23	45	31	18	25	57	41	26	33	9	36	55	13	27	60
Julio	13	42	45	12	19	70	19	16	65	34	53	13	14	25	62
Agosto	61	33	6	12	11	77	11	17	72	67	30	3	38	18	44
Septiembre	21	59	19	56	28	16	26	26	49	25	36	38	16	53	31
Octubre	4	32	64	28	36	36	24	25	51	45	25	30	3	43	53
Noviembre	6	25	68	9	10	81	4	6	90	1	5	94	21	22	56
Diciembre	73	20	7	49	14	37	83	5	11	92	4	4	33	13	54

\* Léase NOTA de la tabla 2.7

**Tabla 2.9 Porcentaje de área afectada por déficit y exceso de lluvias año 2009**

2009	Amazonía			Andina			Caribe			Orinoquía			Pacífico		
	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)
Enero	0	0	99	1	5	93	4	10	86	0	1	99	0	0	100
Febrero	0	0	100	2	5	93	14	37	50	1	1	98	0	0	100
Marzo	0	21	79	1	8	91	2	5	93	29	33	39	7	10	83
Abril	26	42	32	76	21	4	70	14	17	62	36	2	71	24	5
Mayo	62	36	2	74	19	7	62	19	19	92	7	1	71	27	2



Continuación

2009	Amazonía			Andina			Caribe			Orinoquía			Pacífico		
	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)
Junio	3	46	51	25	24	51	16	21	64	6	28	66	18	26	56
Julio	7	48	45	78	14	7	59	19	22	9	42	49	42	40	18
Agosto	7	40	53	39	30	30	59	27	14	19	40	41	30	20	49
Septiembre	45	44	11	97	2	1	87	9	4	53	37	10	95	3	1
Octubre	34	46	20	67	23	9	78	17	4	43	54	3	71	26	3
Noviembre	81	14	5	61	25	13	25	31	44	96	4	0	58	14	28
Diciembre	39	18	43	69	17	13	67	10	23	94	2	3	15	60	25

\* Léase NOTA de la tabla 2.7

**Tabla 2.10** Porcentaje de área afectada por déficit y exceso de lluvias año 2010

2010	Amazonía			Andina			Caribe			Orinoquía			Pacífico		
	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)
Enero	72	10	19	99	1	1	95	5	1	100	0	0	94	5	1
Febrero	3	22	75	75	16	10	59	25	15	51	24	25	73	19	7
Marzo	2	6	92	54	13	33	1	4	95	1	3	96	16	22	62
Abril	1	4	95	16	22	62	28	20	52	1	5	94	26	49	25
Mayo	41	39	20	8	20	72	25	22	54	16	22	61	29	47	24
Junio	12	47	41	6	15	78	1	4	95	11	53	36	2	21	77
Julio	60	32	7	4	4	92	3	4	93	6	27	67	10	11	79
Agosto	98	2	0	32	13	54	1	4	95	71	20	9	11	10	79
Septiembre	84	15	1	25	14	61	4	6	89	47	31	22	6	24	69
Octubre	59	35	5	31	38	30	16	32	53	67	30	4	34	19	46
Noviembre	6	44	50	1	3	95	0	3	96	1	5	94	0	0	100
Diciembre	5	14	81	3	4	93	0	0	100	8	25	67	0	0	100

\* Léase NOTA de la tabla 2.7

**Tabla 2.11** Porcentaje de área afectada por déficit y exceso de lluvias año 2011

2011	Amazonía			Andina			Caribe			Orinoquía			Pacífico		
	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)	Por debajo de lo normal (< 90%)	Normal (90 - 110%)	Por encima de lo normal (> 110%)
Enero	39	33	28	42	24	34	27	17	56	5	11	84	16	21	63
Febrero	56	36	7	7	13	80	22	26	51	34	36	30	29	23	48
Marzo	10	47	43	8	14	78	2	3	95	33	29	38	23	20	57
Abril	8	41	51	1	4	95	24	15	62	0	4	95	8	26	66
Mayo	0	8	92	24	26	51	14	17	70	1	11	88	48	38	14
Junio	4	27	69	18	31	50	12	21	67	52	38	10	31	32	37

\* Léase NOTA de la tabla 2.7

De acuerdo con la anterior información, se deduce del Fenómeno **La Niña 2007/08** con reactivación 2008/09 para las diferentes regiones del país que:

**Región Caribe:** El 2007 presentó varios meses con lluvias altas, cuando la situación del océano Pacífico era neutral. Estas lluvias se presentaron en marzo, abril y mayo, e intensificaron la temporada lluviosa que normalmente se registra en esta temporada. En agosto, octubre y diciembre presentó lluvias por encima de lo normal, respondiendo de esta forma al evento La Niña. Sin embargo, el primer semestre de 2008 no reflejó el evento y más bien mostró un comportamiento variable, con un primer bimestre muy seco, y el resto del semestre, relativamente normal.

**Región Andina:** El año 2007 comenzó con un primer bimestre de intensa sequía, producto del final de un fenómeno El Niño. Sin embargo, la temporada lluviosa de marzo a mayo, presentó lluvias excesivas a pesar de que se estaba en una etapa neutral de actividad del Pacífico. El segundo semestre del 2007 estuvo bajo un fenómeno La Niña, así como el primer semestre del 2008. Este evento tuvo fuertes repercusiones en los meses de agosto, octubre y diciembre de 2007, así como en enero, febrero, mayo y junio de 2008, en los cuales la característica predominante fueron las lluvias superiores a los promedios. Debe anotarse, sin embargo, que en los meses de julio y agosto de 2008, también se presentaron fuertes excesos, a pesar de que ya había terminado el evento. El segundo semestre de 2008 tuvo lluvias por encima de lo normal en gran parte de la región, especialmente en los meses de julio, agosto, octubre (estado neutral) y noviembre (reactivación La Niña). El mes de diciembre de 2008 fue claramente deficitario, a pesar de la presencia de un evento La Niña en su etapa madura. Los primeros meses de 2009 en general mostraron lluvias elevadas con excepción de febrero, en el cual predominó el comportamiento deficitario.

**Orinoquía:** El efecto de los eventos ENSO no fue tan marcado como en las regiones Andina y Caribe. El año 2007 registró meses marcadamente deficitarios como enero, febrero, julio y noviembre, mientras que en los meses de marzo, junio y diciembre pre-

dominaron las áreas lluviosas. De enero a abril de 2008, la región estuvo afectada por lluvias deficitarias, lo cual refleja el comportamiento esperado, por los modelos de afectación de La Niña para Colombia. Sin embargo, en el resto del año no tuvo una tendencia clara, con excepción de los meses de noviembre, con abundantes lluvias, y diciembre, con lluvias deficitarias en la mayor parte de la región.

**Amazonía:** Igual podría decirse de la Amazonía, en cuanto a su relación con los eventos ENSO. El 2007, registró 3 meses (febrero, mayo y noviembre) con predominio de déficit, y 2 meses (marzo y junio) con excesos. El resto del año no tuvo tendencias marcadas. En el 2008, al igual que en la Orinoquía, se inició con 4 meses deficitarios, pero el resto del año presentó comportamientos sin tendencias marcadas.

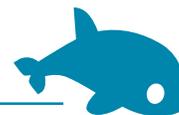
**Región Pacífica:** Tuvo lluvias excesivas en amplias áreas, principalmente en los meses de enero, marzo, abril, mayo, agosto, noviembre y diciembre. El resto del año, con excepción de febrero que fue deficitario, no tuvo tendencia definida. El 2008 tuvo comportamiento parecido, con áreas predominantemente lluviosas en enero, febrero, junio, julio, agosto y noviembre y el resto del año relativamente normal.

Así mismo del Evento del Fenómeno **El Niño 2009/2010** para las diferentes regiones del país se resalta:

**Región Andina:** El fenómeno El Niño 2009/2010, tuvo también un impacto marcado y dentro de los patrones previstos. El período de abril de 2009 a marzo de 2010 registró un largo período de lluvias deficitarias que ocuparon más de la mitad de la región.

**La región Caribe:** A partir de abril de 2009, y hasta el primer trimestre de 2010, las áreas afectadas por lluvias en volúmenes por debajo de los valores normales, ocuparon gran parte de la región, respondiendo así al comportamiento esperado durante eventos El Niño.

**Orinoquía:** El año 2009 tuvo varios meses con amplias áreas deficitarias, como fueron abril, mayo,



septiembre, noviembre y diciembre, y 3 meses, enero, febrero y junio, con excesos. De esta manera, se nota que la Orinoquía no respondió a un patrón definido a ninguno de los eventos y el comportamiento fue más bien aleatorio.

**Amazonía:** En el primer trimestre de 2009 la región estuvo dominada por lluvias excesivas, mientras que el resto del año, con excepción de noviembre, no mostró claro predominio de una u otra tendencia.

**Región Pacífica:** Los 3 primeros meses de 2009 fueron muy lluviosos, reflejando el impacto de La Niña, en tanto que los meses de septiembre, octubre y noviembre de 2009 y enero y febrero de 2010 fueron deficitarios, probablemente a causa de El Niño 2009 – 2010.

En relación con el evento [La Niña 2010/2011](#), en las diferentes regiones del país se observó:

**Región Andina:** como en los eventos de los últimos años, se reflejaron muy bien los impactos de este fenómeno. El primer trimestre fue más seco de lo normal, como consecuencia del fenómeno El Niño 2009/2010. A partir de abril comenzó a sentirse el efecto del paulatino enfriamiento del Pacífico, el cual conllevó al fenómeno La Niña 2010-2011, reflejado en lluvias excesivas desde abril a septiembre y en noviembre. Octubre no registró una tendencia definida, mientras que octubre y noviembre de 2010 y de febrero a abril de 2011 se registró un gran porcentaje de territorio con lluvias por encima de lo normal. Es de anotar que las excesivas lluvias presentadas desde abril, prácticamente eliminaron la temporada seca de mitad de año, por lo cual, la época lluviosa del segundo semestre tuvo un impacto inusitado, originando uno de los inviernos más fuertes de los últimos tiempos en las regiones Andina y Caribe, principalmente.

**Región Caribe:** El primer bimestre fue seco, como consecuencia del fenómeno El Niño y a partir de marzo y hasta abril de 2011 se ha registrado un largo período de lluvias excesivas, producidas por el evento La Niña 2010. Los impactos de esta larga temporada de lluvias, por encima de lo normal, fueron simila-

res a los de la región Andina y las pérdidas económicas y sociales fueron enormes en toda la región.

**Orinoquía:** El primer bimestre fue seco, como en el resto del país; de marzo a mayo y en julio, las lluvias estuvieron por encima de lo normal, y de agosto a octubre, las lluvias fueron deficitarias en concordancia con el impacto esperado del fenómeno La Niña en el oriente del país, que se supone sea contrario al impacto en la región Andina. Sin embargo, de noviembre de 2010 a enero de 2011, las lluvias estuvieron por encima de lo normal en gran parte del territorio de la Orinoquía.

**Amazonía:** El primer semestre fue predominantemente lluvioso; durante el segundo semestre, los meses de julio a octubre presentaron déficit en más de la mitad del área de la región. Por el contrario, noviembre y diciembre se registraron lluviosos. El resto del evento La Niña (de enero a abril de 2011), la región no experimentó anomalías significativas que ocuparan más del 60% del territorio.

**Región Pacífica:** El primer bimestre estuvo menos lluvioso de lo normal en la mayor parte de la región; de junio en adelante las lluvias estuvieron en niveles superiores a lo normal, siguiendo el patrón típico del evento La Niña.

En conclusión, en la región Andina se apreció un marcado y previsible impacto de los eventos La Niña 2007/2008 y 2010/2011, y El Niño 2009/2010, reflejado en el aumento (La Niña) y disminución (El Niño) de las lluvias en amplias áreas de esta región, durante los meses de mayor incidencia de estos fenómenos.

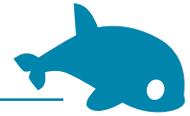
La **región Caribe** fue afectada en el inicio del evento Niña 2007/2008, pero no así en la etapa final del fenómeno; en cambio el fenómeno Niño 2009/2010 tuvo muy buena respuesta en la disminución de los volúmenes de lluvia en esta región y el evento La Niña 2010/2011, afectó con abundantes lluvias a la mayor parte de la región.

Al oriente del país, la **Orinoquía y Amazonía** en general no mostraron una afectación significativa relacionada directamente con los fenómenos, salvo contadas excepciones. La región Pacífica, también

tuvo en general una respuesta apropiada en los eventos analizados. Registró un comportamiento predominantemente lluvioso durante 2007 y 2008, relacionado con el fenómeno Niña, mientras que en el segundo semestre de 2009 se mantuvieron deficiencias en grandes áreas, presumiblemente por el fenómeno Niño; finalmente La Niña 2010/2011, produjo fuertes lluvias en más de la mitad de la región, durante el segundo semestre.

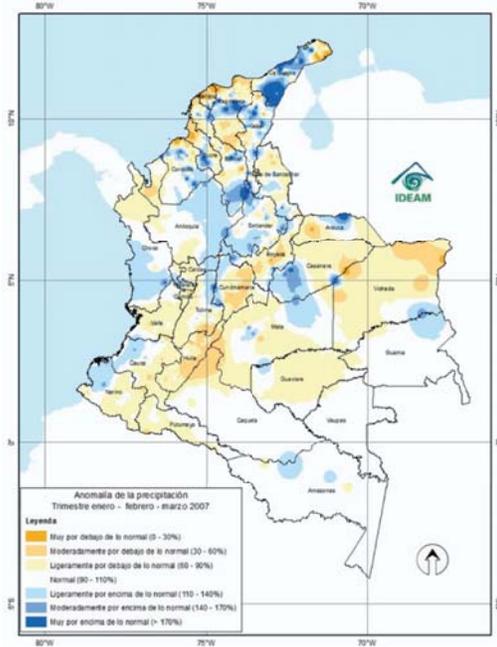
Adicionalmente, se han construido los mapas de anomalías con los acumulados trimestrales, para los años 2007, 2008, 2009, 2010 y 2011 (Figuras 2.40, 2.41, 2.42, 2.43 y 2.44), en los cuales se aprecian unos impactos mucho más definidos, ya que en ellos se reduce la variabilidad mensual. Durante 2008 predominaron lluvias excesivas en gran par-

te de la región Andina, mientras que en la región Caribe, estas se concentraron hacia el segundo semestre. El año 2009 refleja muy bien el impacto del fenómeno El Niño, con deficiencias generalizadas desde el segundo trimestre . Adicionalmente, el primer trimestre de este mismo año muestra el impacto del evento frío que se presentó a principios del año. El año 2010 refleja deficiencias en la región Andina, como producto de la etapa final del evento El Niño. En cambio en la región Caribe el trimestre acumulado se ve dominado por los excesos que se presentaron durante el mes de marzo, a pesar de que los dos primeros meses fueron claramente deficitarios. En los siguientes trimestres y hasta el mes de junio de 2011, el efecto de La Niña es muy claro, con excesos de lluvia dominando la mayor parte de las regiones Andina, Caribe y Pacífica.

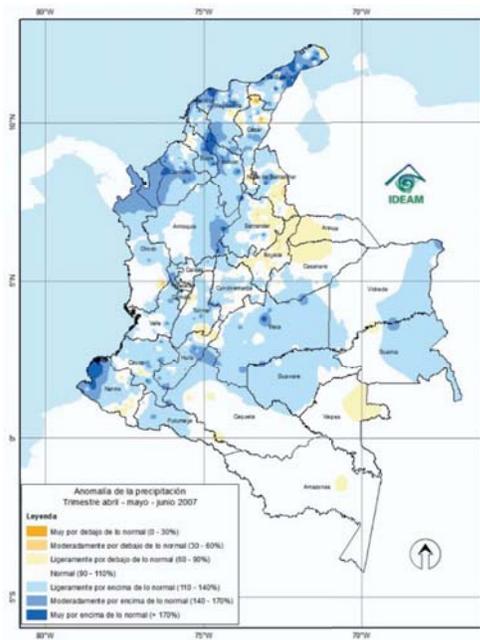


**Figura 2.40 Anomalías de la precipitación trimestres de 2007**

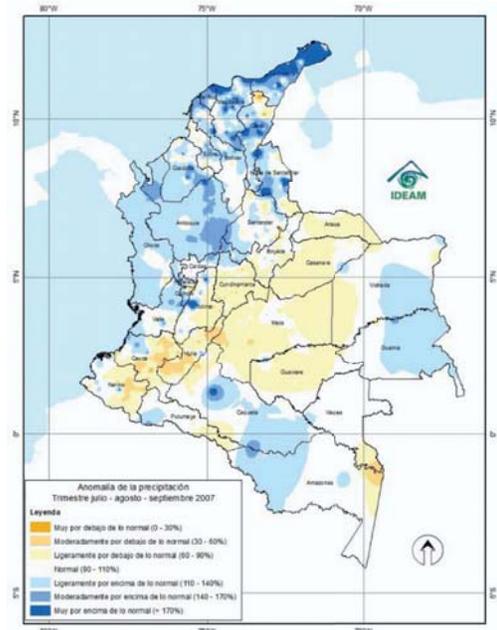
Enero – febrero - marzo



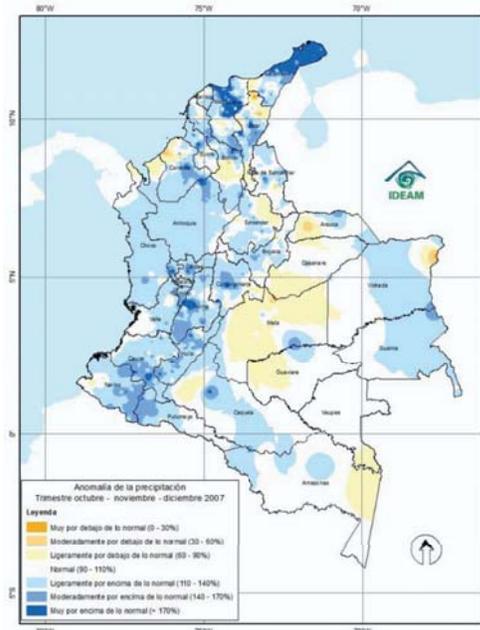
Abril – mayo - junio



Julio – agosto - septiembre



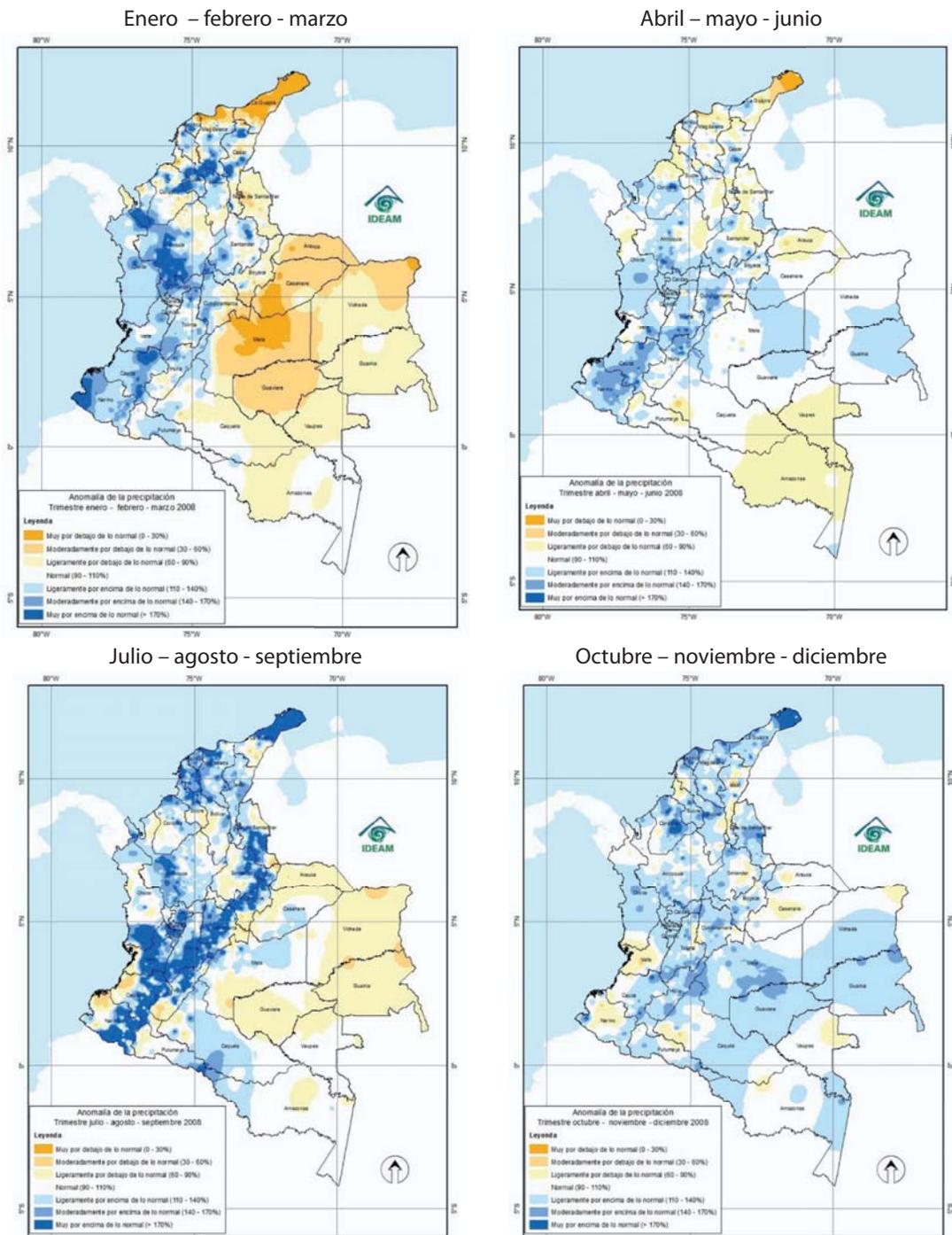
Octubre – noviembre - diciembre



**Anomalía de precipitación trimestral**

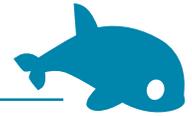
- |  |  |
|--|--|
|  Muy por debajo de lo normal (0-30%)            |  Ligeramente por encima de lo normal (110-140%)   |
|  Moderadamente por debajo de lo normal (30-60%) |  Moderadamente por encima de lo normal (140-170%) |
|  Ligeramente por debajo de lo normal (60-90%)   |  Muy por encima de lo normal (>170%)              |
|  Normal (90-110%)                               |  |

**Figura 2.41 Anomalías de la precipitación trimestres de 2008**

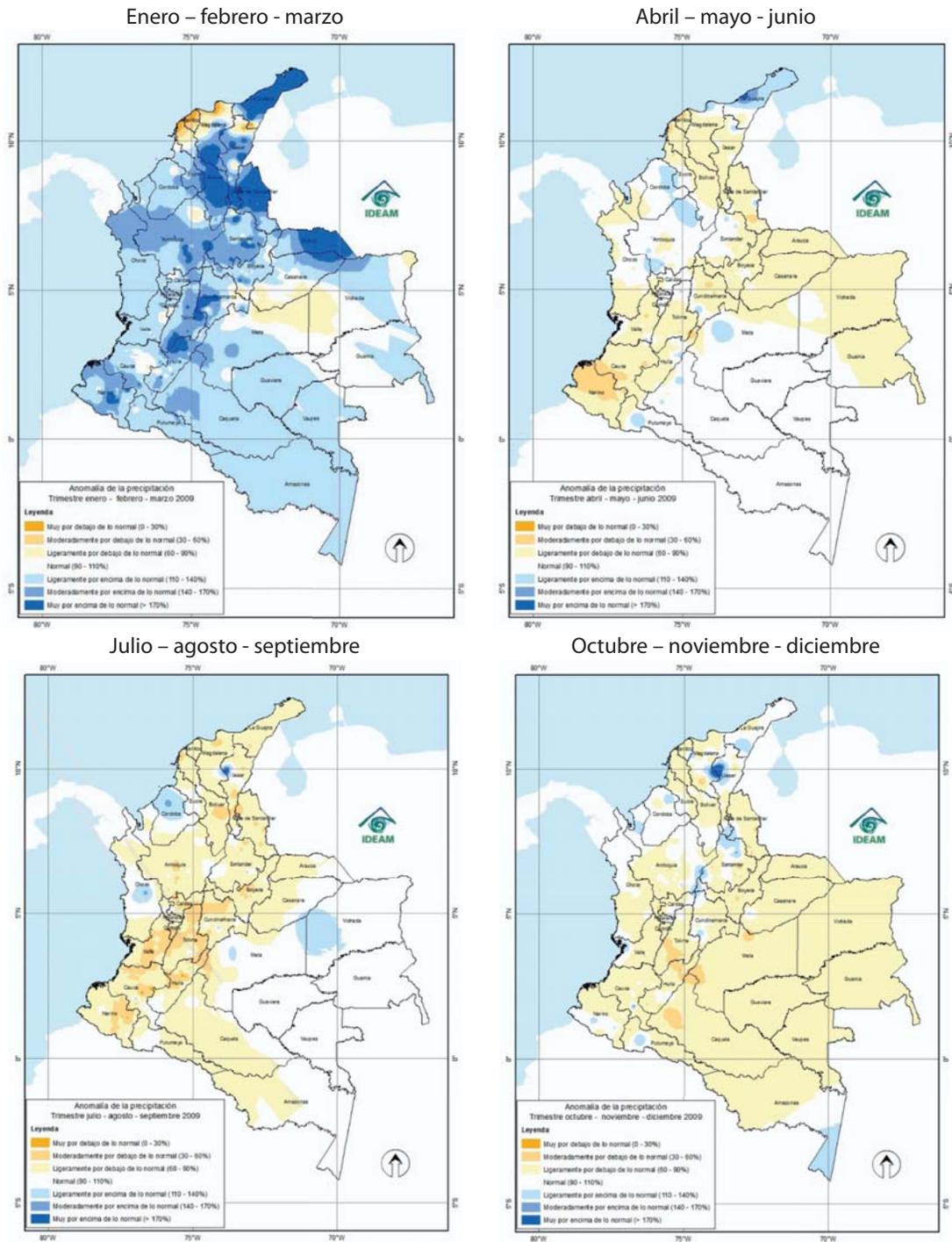


**Anomalía de precipitación trimestral**

- Muy por debajo de lo normal (0-30%)
- Moderadamente por debajo de lo normal (30-60%)
- Ligeramente por debajo de lo normal (60-90%)
- Ligeramente por encima de lo normal (110-140%)
- Moderadamente por encima de lo normal (140-170%)
- Muy por encima de lo normal (>170%)
- Normal (90-110%)



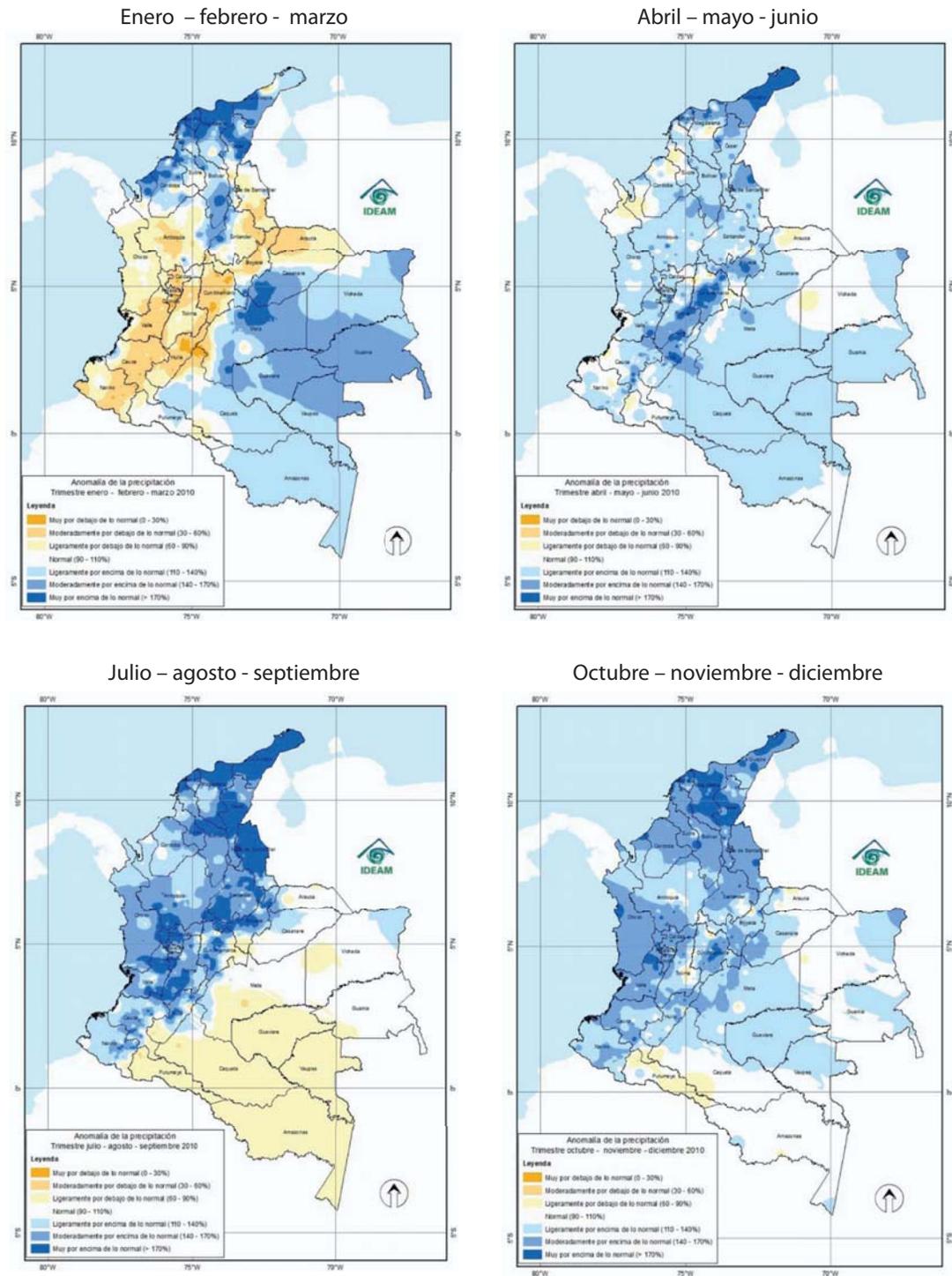
**Figura 2.42 Anomalías de la precipitación trimestres de 2009**



**Anomalia de precipitación trimestral**

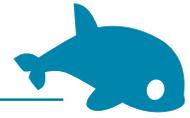
- Muy por debajo de lo normal (0-30%)
- Moderadamente por debajo de lo normal (30-60%)
- Ligeramente por debajo de lo normal (60-90%)
- Normal (90-110%)
- Ligeramente por encima de lo normal (110-140%)
- Moderadamente por encima de lo normal (140-170%)
- Muy por encima de lo normal (>170%)

**Figura 2.43 Anomalías de la precipitación trimestres de 2010**

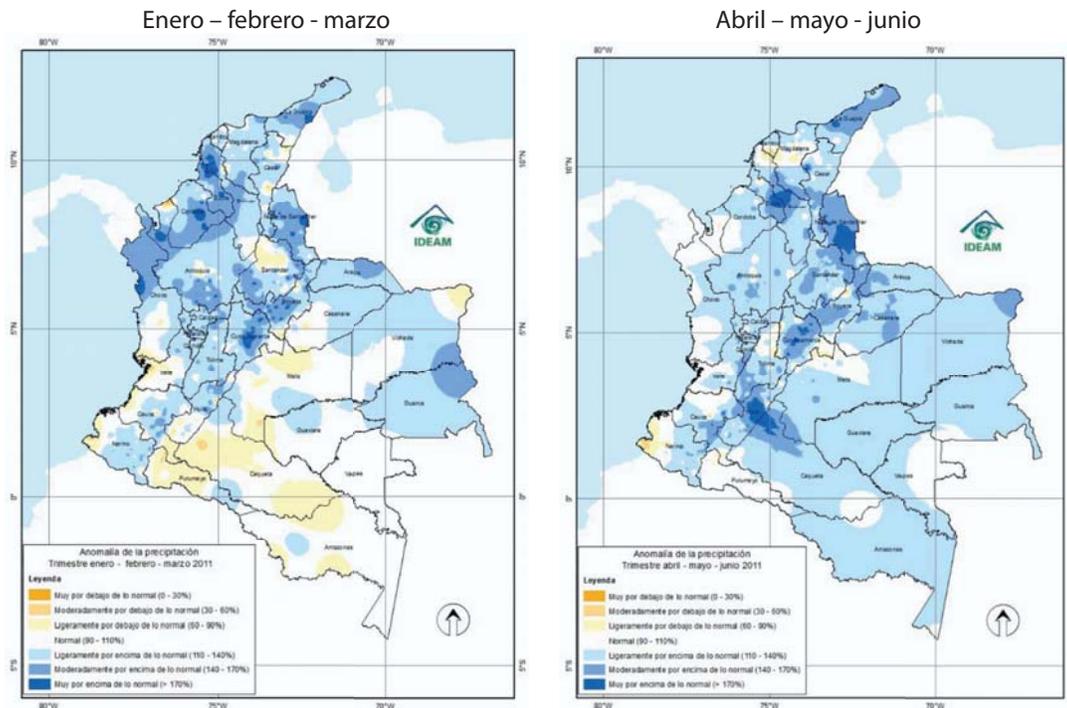


**Anomalía de precipitación trimestral**

- Muy por debajo de lo normal (0-30%)
- Ligeramente por encima de lo normal (110-140%)
- Moderadamente por debajo de lo normal (30-60%)
- Moderadamente por encima de lo normal (140-170%)
- Ligeramente por debajo de lo normal (60-90%)
- Muy por encima de lo normal (>170%)
- Normal (90-110%)



**Figura 2.44 Anomalías de la precipitación trimestral de 2011**



**Anomalia de precipitación trimestral**

- Muy por debajo de lo normal (0-30%)
- Moderadamente por debajo de lo normal (30-60%)
- Ligeramente por debajo de lo normal (60-90%)
- Normal (90-110%)
- Ligeramente por encima de lo normal (110-140%)
- Moderadamente por encima de lo normal (140-170%)
- Muy por encima de lo normal (>170%)

**Comportamiento de la temperatura**

Las siguientes Figuras 2.45, 2.46 2.47, 2.48 y 2.49 muestran las “Anomalías mensuales de temperatura – años 2007, 2008, 2009, 2010 y 2011”.

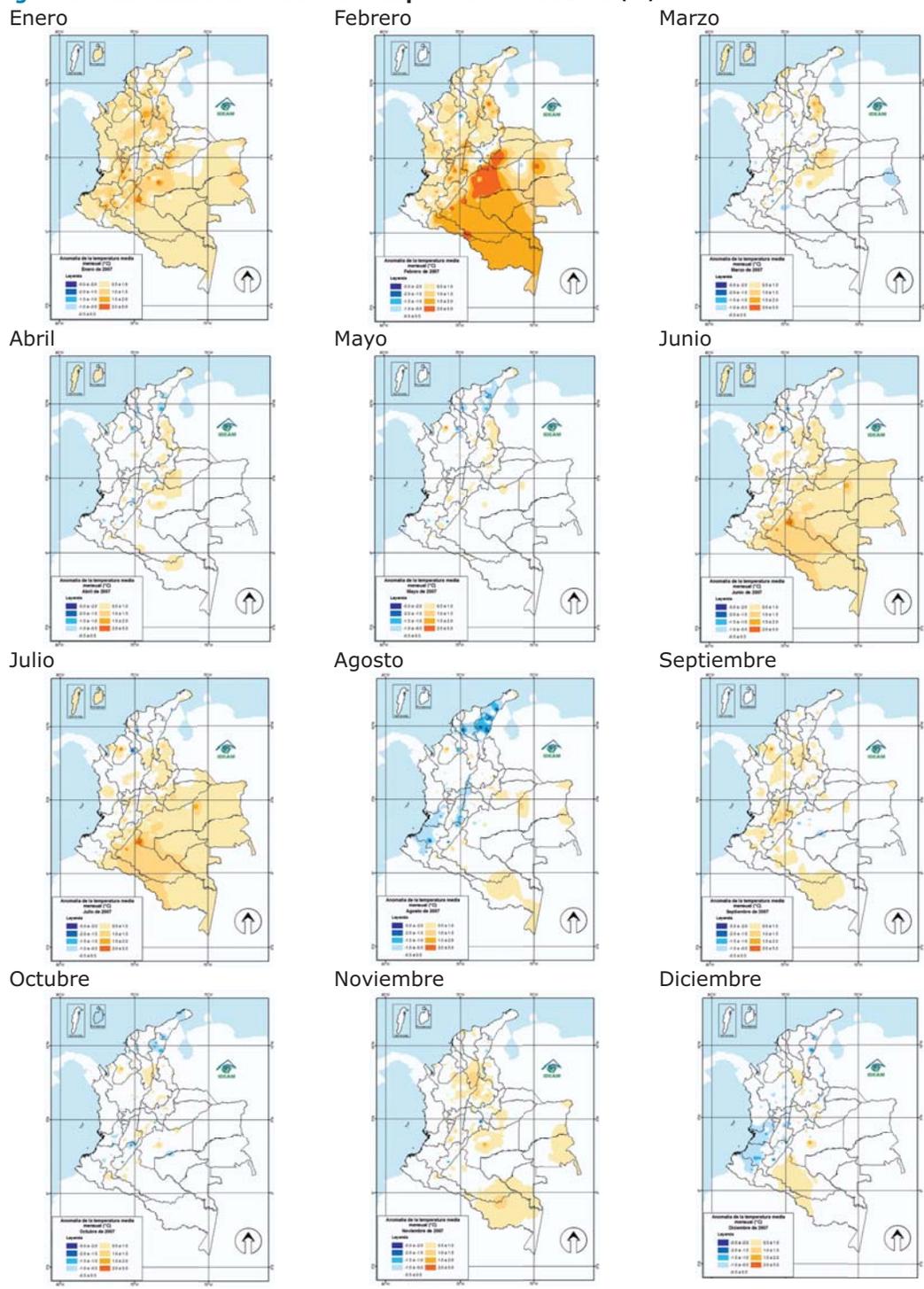
La temperatura media no refleja mayormente la presencia de los eventos La Niña, al menos en el período analizado, salvo en meses aislados. En cambio los eventos El Niño muestran una respuesta muy significativa, representada en el aumento generalizado de las temperaturas.

La mayoría de los mapas mensuales del 2007 no muestran núcleos significativos de temperaturas

anómalas, con excepción de los correspondientes al primer bimestre, que reflejan el impacto del fenómeno El Niño 2006/2007, con temperaturas por encima de lo normal. En el segundo semestre, aparecen núcleos aislados de temperaturas menores a lo normal, las cuales siguen un patrón La Niña.

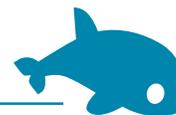
En el primer semestre del 2008 aparecen núcleos fríos hacia el suroccidente de la región Andina, principalmente; sin embargo, los más notorios tuvieron lugar en agosto, cuando se había establecido una etapa neutral. El segundo semestre transcurrió sin anomalías significativas.

**Figura 2.45 Anomalías mensuales de temperatura media 2007 (°C)**

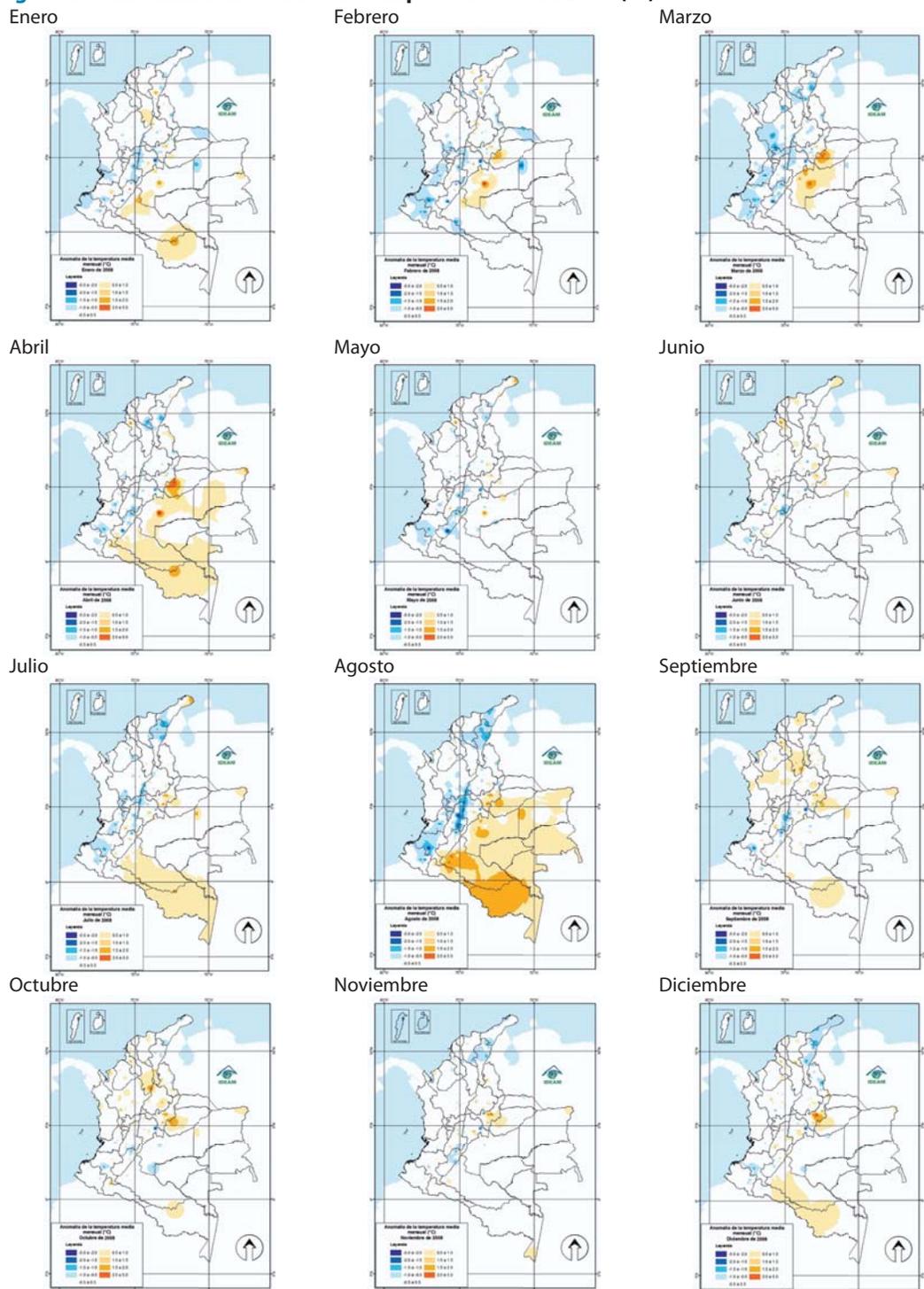


**Leyenda**

-5.0 a -2.0	-1.0 a -0.5	1.0 a 1.5
-2.0 a -1.5	-0.5 a 0.5	1.5 a 2.0
-1.5 a -1.0	0.5 a 1.0	2.0 a 5.0



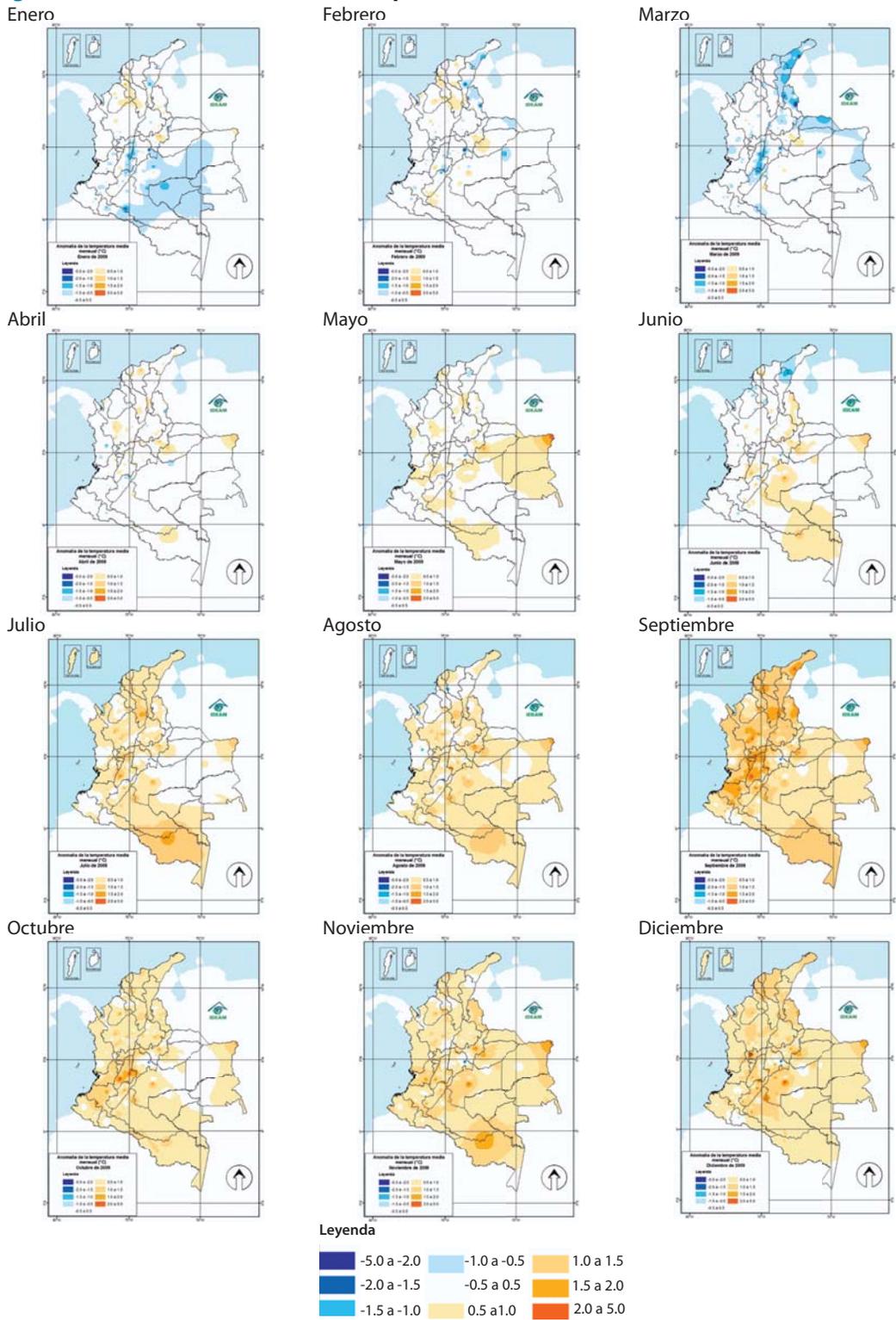
**Figura 2.46 Anomalías mensuales de temperatura media 2008 (°C)**

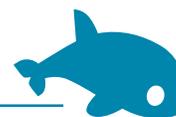


**Legenda**

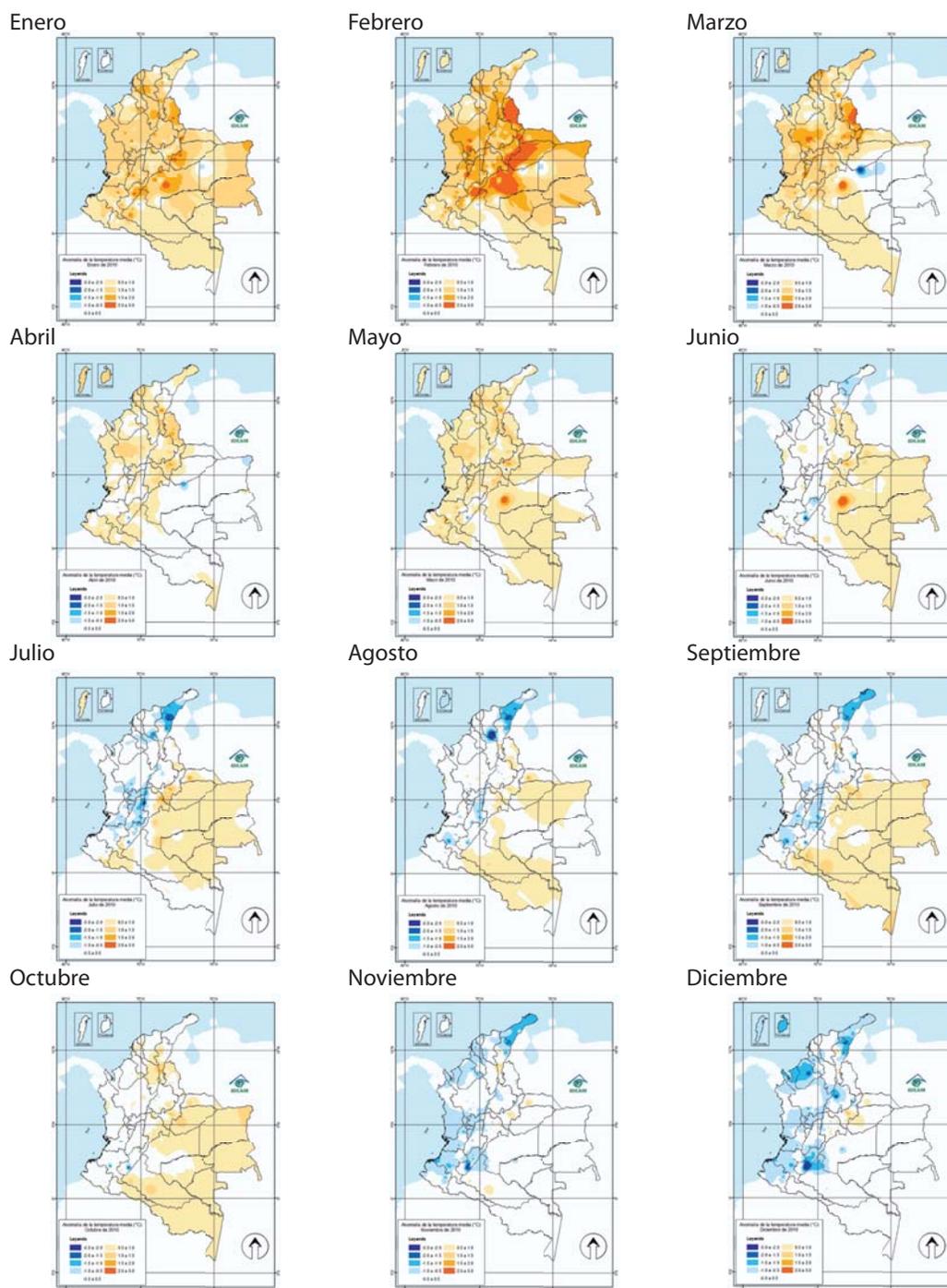
-5.0 a -2.0	-1.0 a -0.5	1.0 a 1.5
-2.0 a -1.5	-0.5 a 0.5	1.5 a 2.0
-1.5 a -1.0	0.5 a 1.0	2.0 a 5.0

**Figura 2.47 Anomalías mensuales de temperatura media 2009 (°C)**

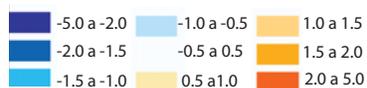




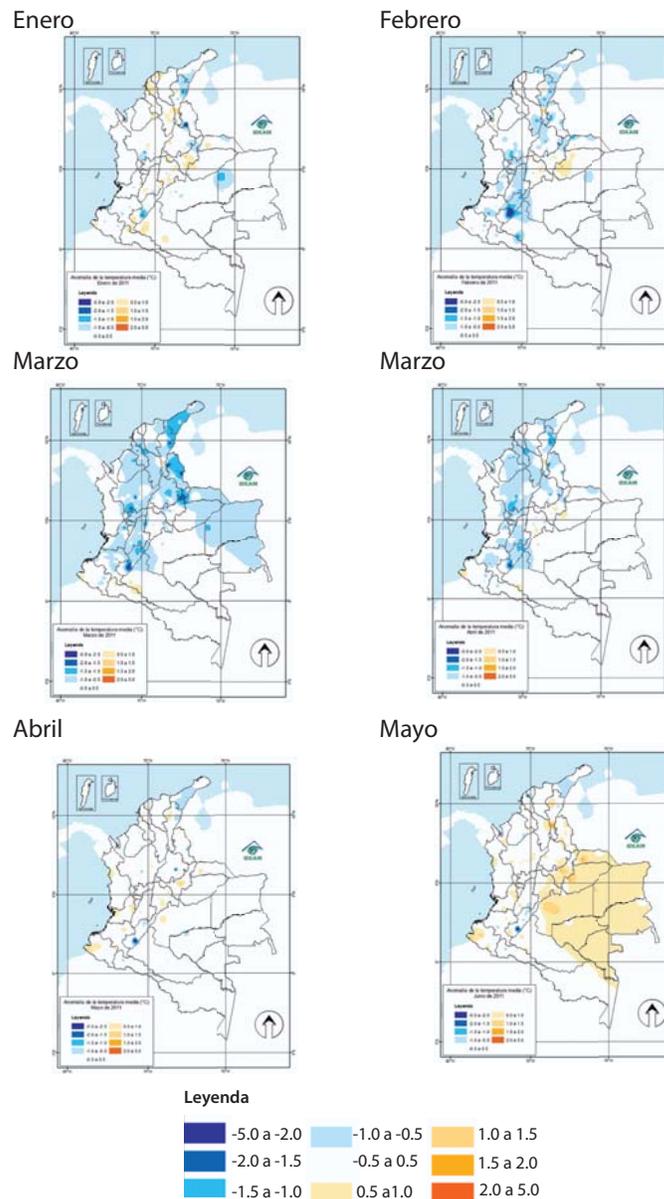
**Figura 2.48 Anomalías de temperatura media 2010 (°C)**



**Leyenda**



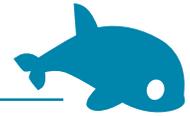
**Figura 2.49 Anomalías de temperatura media 2011 (°C)**



El primer trimestre del 2009 responde a la etapa final de un evento frío y se notan algunas áreas significativas especialmente en marzo. A partir de abril comienzan a aparecer núcleos calientes especialmente en el oriente del país. Durante el segundo semestre, se generalizan las temperaturas por encima de lo normal en gran parte del país, como un claro reflejo del fenómeno El Niño. En los primeros meses del 2010, es muy marcado el efecto del evento El

Niño, con temperaturas por encima de lo normal en gran parte del país.

El evento La Niña 2010/2011 muestra núcleos de temperaturas frías, especialmente persistentes hacia el suroccidente del país. En algunos meses como noviembre, diciembre de 2010 y febrero a abril de 2011, el efecto es algo más extendido a nivel territorial.



### 2.3.2 Afectación de los niveles de los ríos Magdalena, Cauca, Sinú y Atrato de Colombia y Zonas inundadas debido al fenómeno de La Niña años 2010 y 2011

continuación se presenta el comportamiento de los niveles de los ríos Magdalena, Cauca, Sinú y Atrato durante el 2010 y durante el periodo enero - abril de 2011. ✓

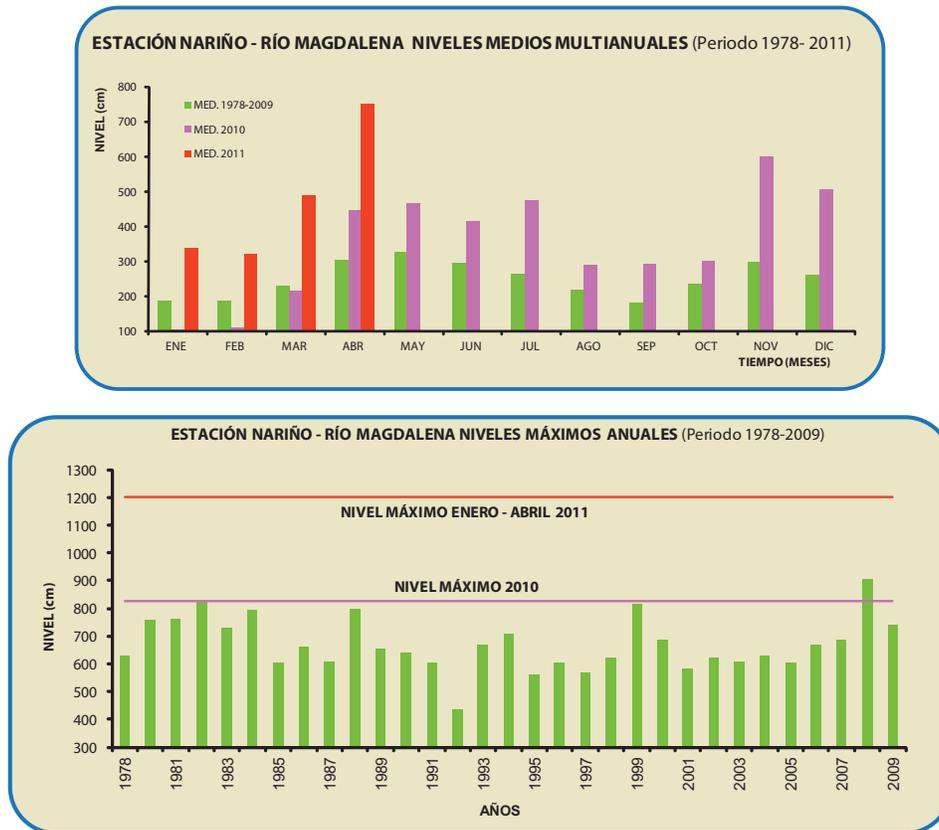
El comportamiento de los niveles de los principales ríos de Colombia, en el periodo enero de 2010 y abril de 2011, estuvo influenciado drásticamente por el contraste de presentarse el ENSO en sus dos fases en el mismo año.

#### • Río Magdalena

En la parte alta de la cuenca, a la altura de Nariño (Cundinamarca), el régimen del río Magdalena tiene habitualmente dos periodos de niveles altos y dos de bajos. Particularmente, el año 2010 se caracterizó por pasar de una fase cálida de El Niño, durante el primer semestre a la fase fría del fenómeno de La Niña en el segundo semestre. Durante noviembre y diciembre de 2010, los valores mensuales fueron superiores al promedio, situación que se mantuvo durante el periodo enero a abril de 2011, año en el cual se superaron los niveles máximos históricos como puede apreciarse en la Figura 2.50.

Durante el primer semestre de 2010 se presentó el fenómeno de El Niño causando una reducción sustancial de los niveles particularmente en la cuenca Magdalena – Cauca. ✓ Por su parte durante el segundo semestre de 2010 se presentó la fase fría del fenómeno, que conocemos como La Niña. Durante La Niña 2010-2011 los niveles de los principales ríos se incrementaron a tal punto de presentarse en algunos sitios los niveles máximos históricos. A

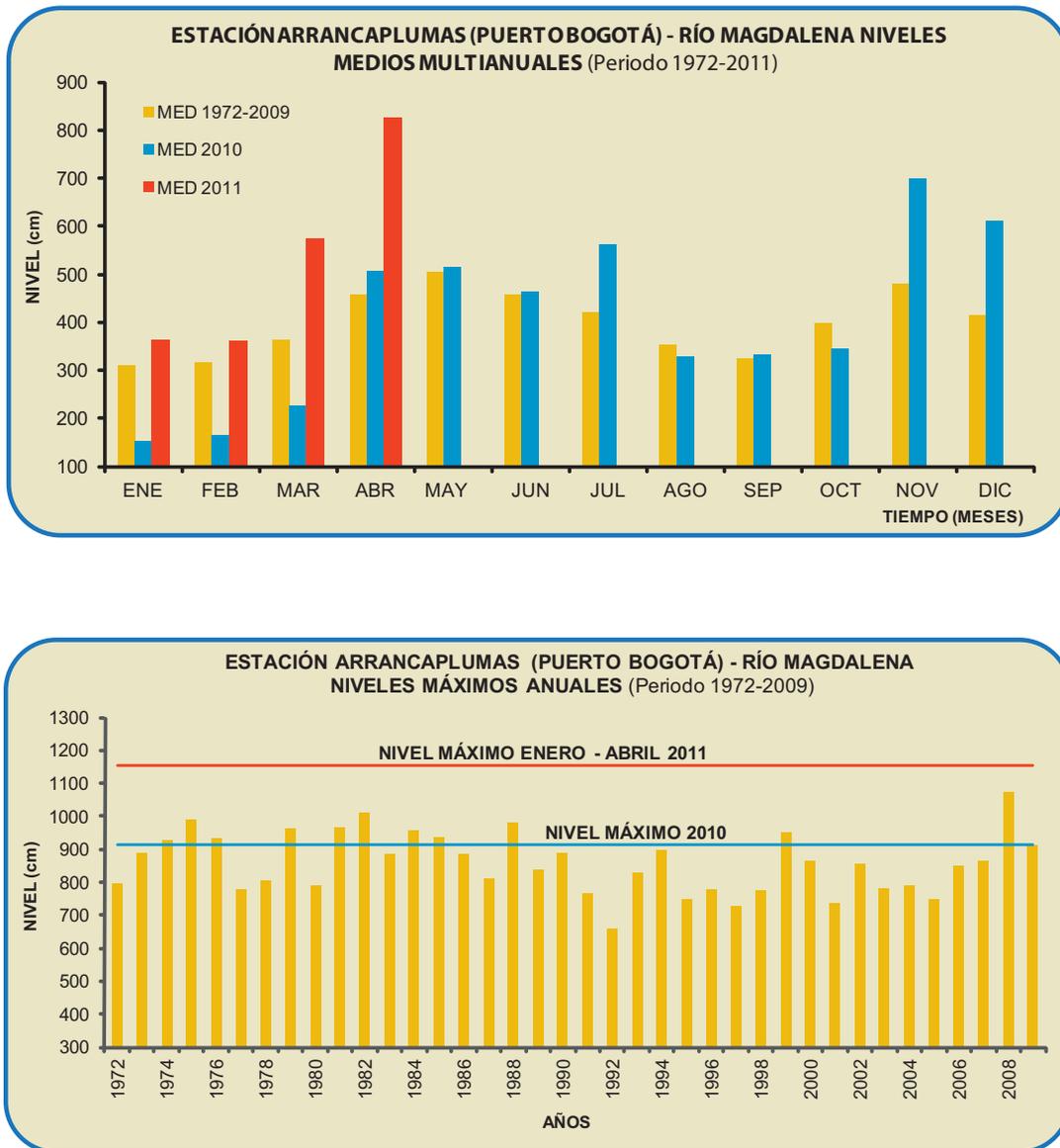
**Figura 2.50 Comportamiento mensual y anual de los niveles del río Magdalena en Nariño, Tolima**

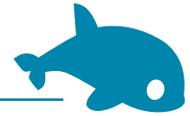


El río Magdalena a la altura de Puerto Bogotá, donde habitualmente presenta dos periodos de niveles altos y dos de niveles bajos a lo largo del año, registró en noviembre y diciembre de 2010 valores por encima de los promedios históricos del registro disponible como puede apreciarse en la Figura 2.51.

Esta situación se mantuvo durante el periodo enero - abril de 2011, donde los niveles medios fueron superiores al valor promedio mensual del registro disponible. Para abril de 2011 se superaron los niveles máximos registrados en la estación desde 1972, como se muestra en la misma figura.

**Figura 2.51** Comportamiento mensual y anual de los niveles del río Magdalena en Puerto Bogotá



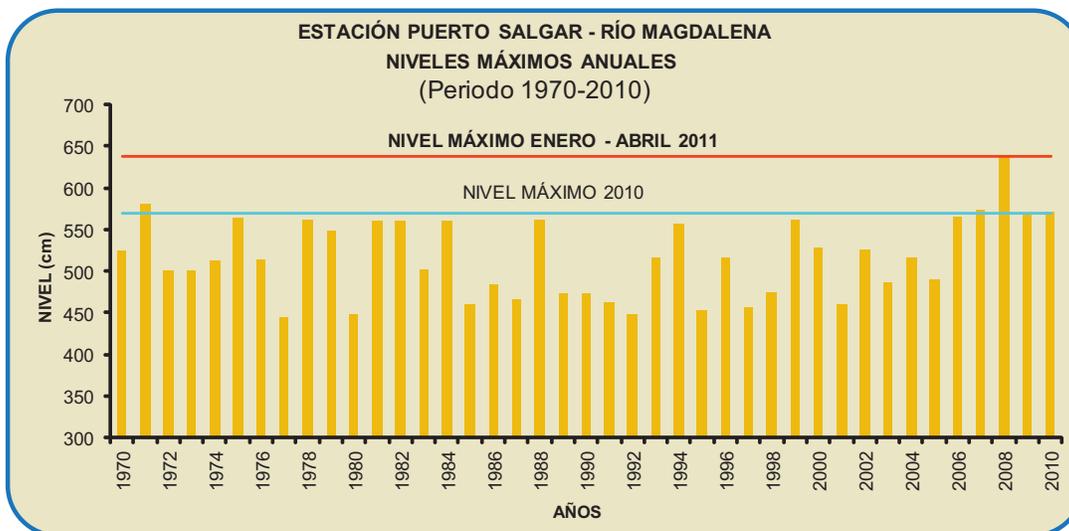
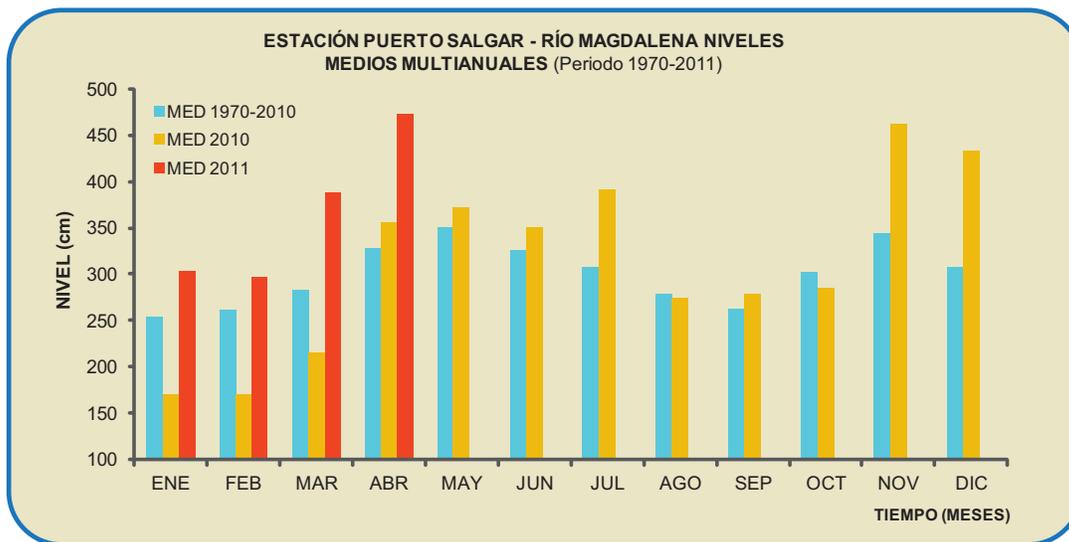


En la cuenca media, a la altura de Puerto Salgar (Cundinamarca), el río Magdalena presenta habitualmente un régimen de dos temporadas de niveles altos y dos de niveles bajos, durante los meses de noviembre y diciembre de 2010, los valores medios mensuales de niveles fueron superiores al promedio en los últimos 38 años. Esta condición se

mantuvo durante el periodo enero a abril de 2011, como se puede apreciar en la Figura 2.52.

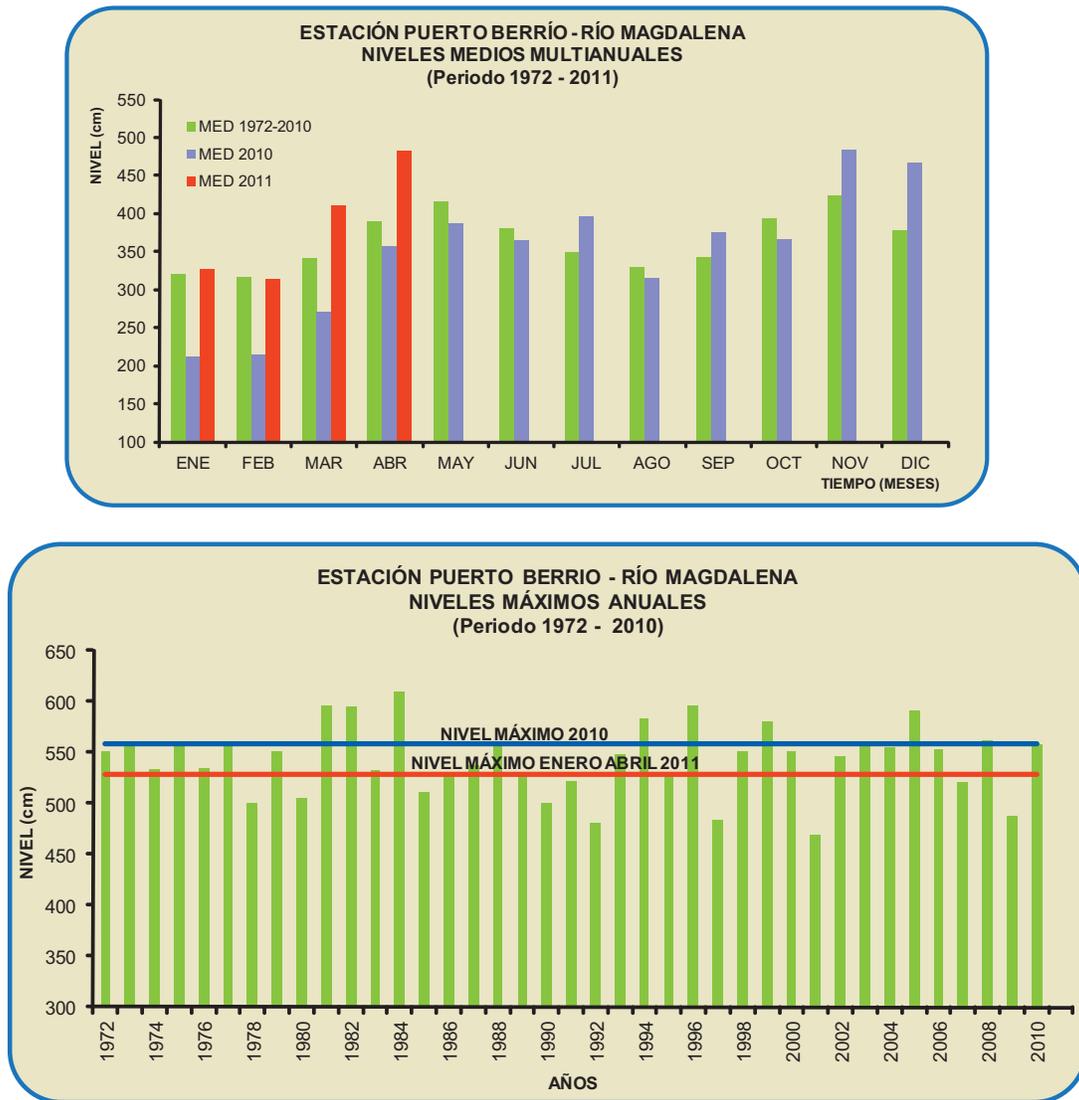
Es importante destacar también que durante abril de 2011, se presentó el nivel más alto en los últimos 38 años y el segundo más alto en el registro disponible para la estación como se presenta en la misma figura.

**Figura 2.52 Comportamiento mensual de los niveles del río Magdalena en Puerto Salgar**



A la altura de Puerto Berrío, durante los meses de noviembre y diciembre de 2010, los niveles superaron los valores promedio, esta situación se repite en los meses de marzo y abril de 2011, como se presenta en la Figura 2.53.

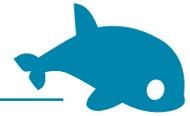
**Figura 2.53 Comportamiento mensual y anual de los niveles del río Magdalena en Puerto Berrío**



De lo que va corrido del año se puede apreciar que la afectación mas fuerte por las inundaciones sobre el cauce principal del Magdalena se da en Puerto Salgar y aún no llega la afectación muy fuerte a Puerto Berrío, lo que puede deberse al volumen que ha quedado en los desbordamientos e inundaciones hacia aguas arriba. Sin embargo, de acuerdo con el comportamiento de la primera temporada húmeda es

probable que en el mes de mayo se alcancen niveles más altos a los actuales a la altura de puerto Berrío.

También en la cuenca media, a la altura de Barranca-bermeja (Santander), los niveles del río Magdalena se caracterizan por presentar un régimen bimodal, es decir un máximo en el mes de mayo y un máximo en el mes de noviembre. Sin embargo, durante el

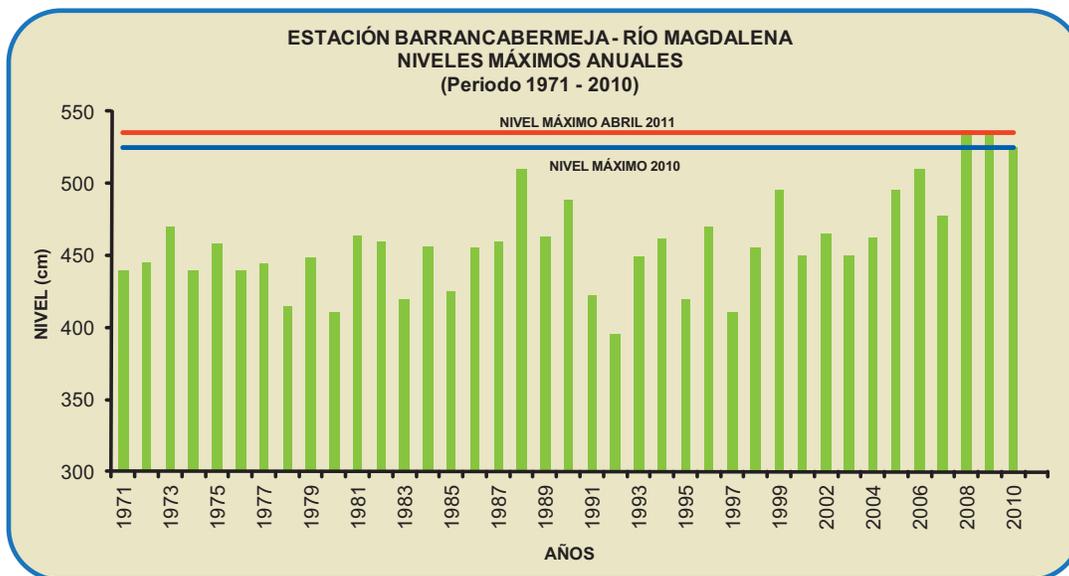
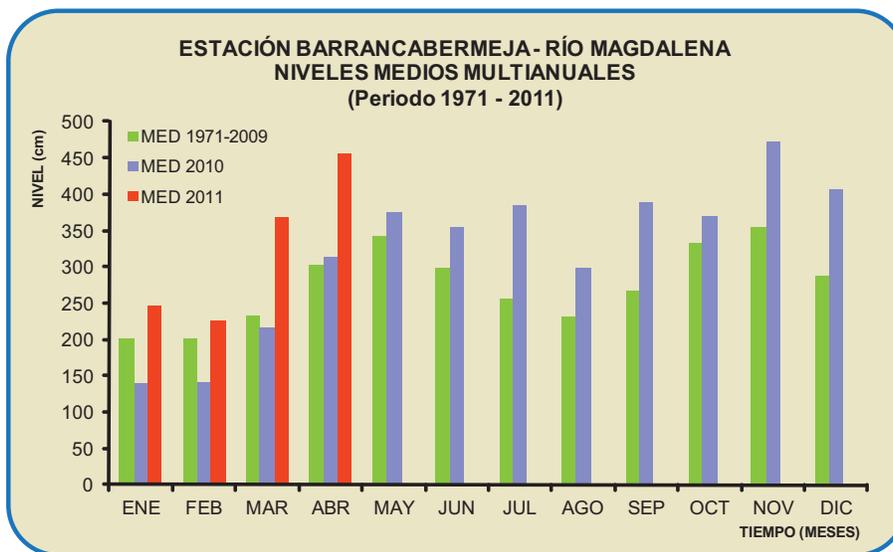


año 2010, el habitual descenso que se presenta en los meses de julio y agosto únicamente se evidenció en el mes de agosto como puede apreciarse en la Figura 2.54, permaneciendo una tendencia de ascenso en los niveles para los últimos meses del año.

Históricamente los niveles más bajos se presentan en los meses de enero y febrero de cada año y con-

dición que en términos de niveles medios mensuales se superó en 2011, la tendencia de ascenso en los niveles propia de marzo y abril ha superado en 2011 los valores promedio histórico, particularmente el 25 de abril de 2011 se alcanzó el nivel máximo histórico en esta estación. El comportamiento anual puede apreciarse en la misma figura, donde se destaca el valor máximo registrado en 2011.

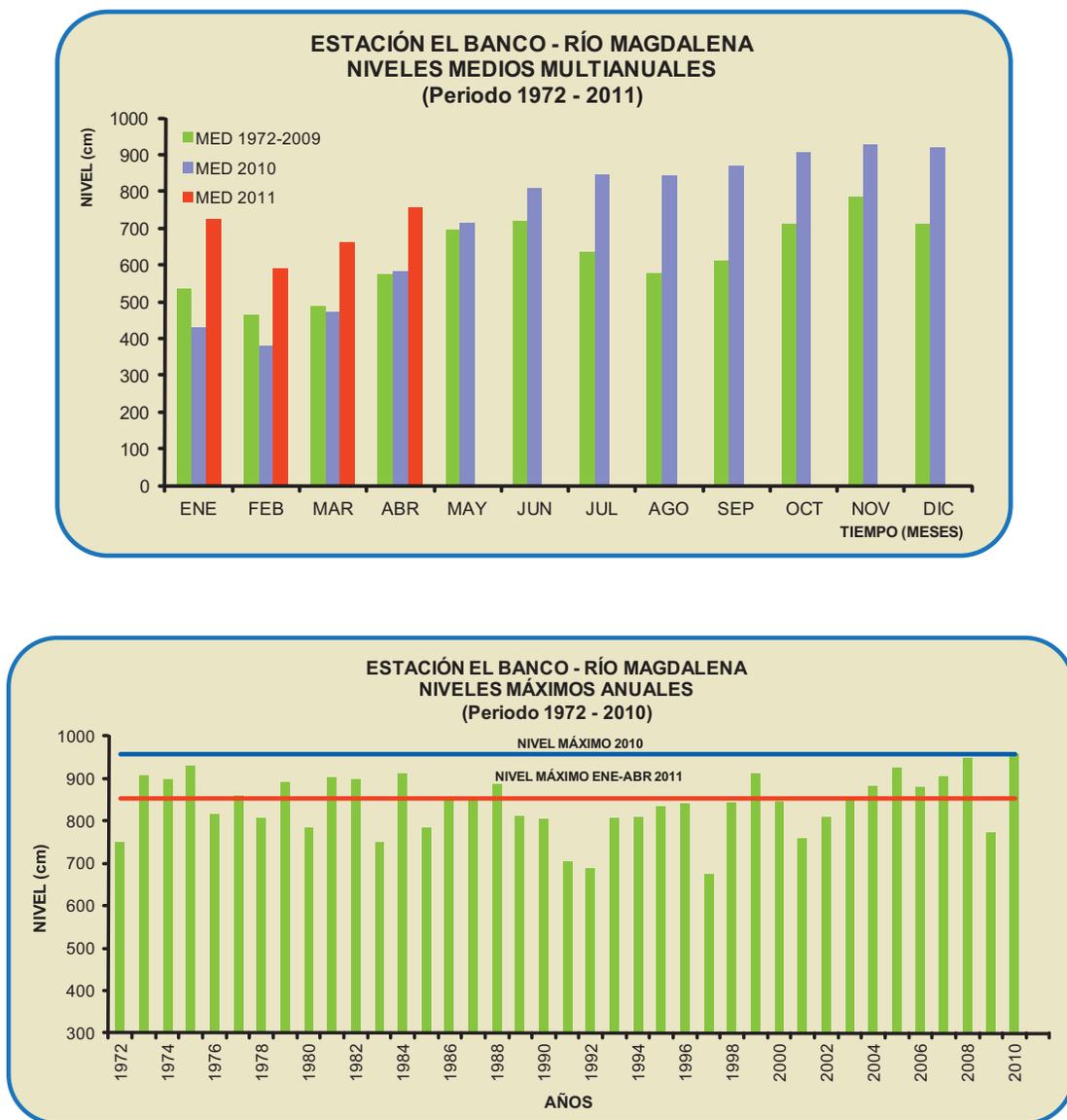
**Figura 2.54** Comportamiento mensual y anual de los niveles del río Magdalena en Barrancabermeja

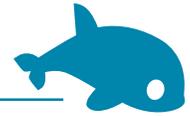


Para el bajo Magdalena, a la altura de El Banco (Magdalena) el comportamiento histórico indica un régimen bimodal con dos períodos húmedos en los meses de junio y noviembre respectivamente; en el año 2010 se evidenció un ascenso paulatino de los niveles a lo largo del segundo semestre del año, alcanzando los máximos promedios en el mes de diciembre. Específicamente durante el mes de noviembre de 2010 se alcanza-

ron los niveles máximos del período de registro. Para lo transcurrido del año 2011, los niveles se han mantenido por encima del promedio histórico, y se alcanzó una leve reducción de nivel en febrero. Particularmente, durante el mes de abril se alcanzó un nivel máximo de 8.19 metros, el cual es superior al máximo histórico para el mismo mes que correspondía a 7.86 y que se presentó en 2006. (Figura 2.55).

**Figura 2.55** Comportamiento mensual y anual de los niveles del río Magdalena en El Banco

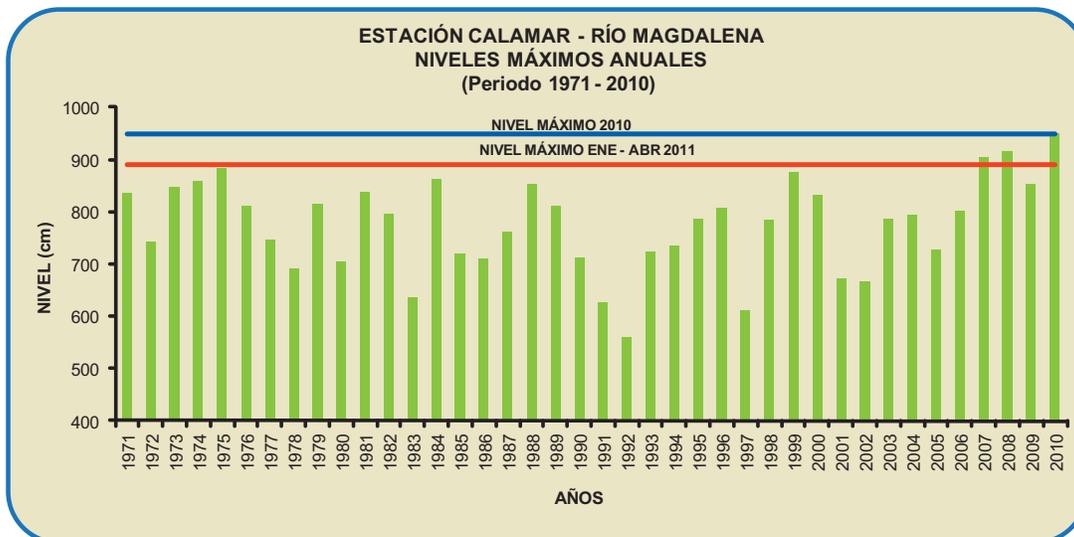
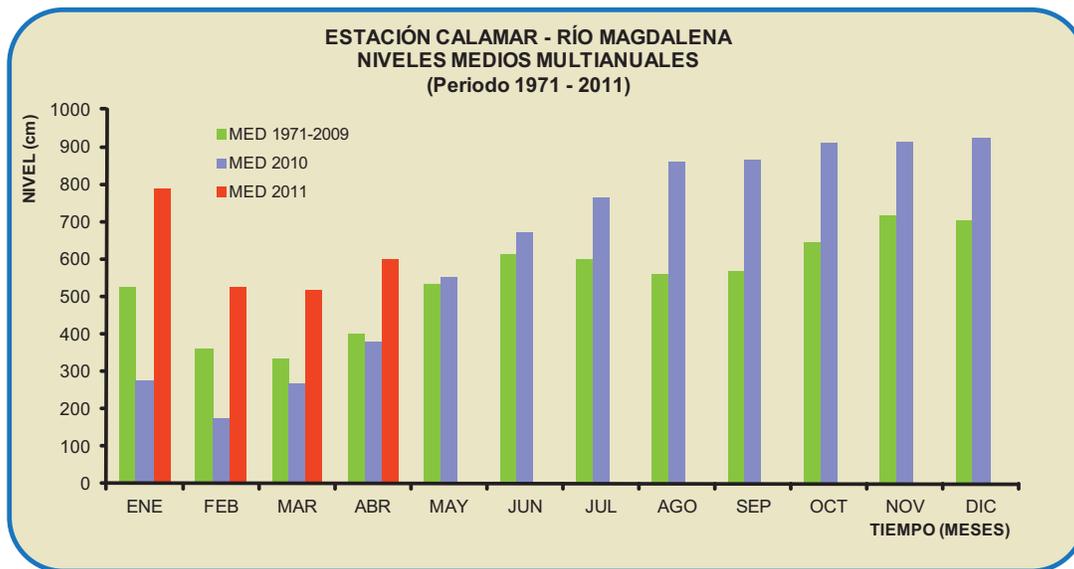




Igualmente, se observa que a la altura del Municipio de Calamar (Departamento de Bolívar), el promedio de los niveles del río Magdalena muestra que es en los últimos dos meses del año donde se registran los valores más altos; durante el 2010 esta condición estuvo acentuada y a finales de noviembre se registraron los niveles máximos de la serie histórica. Para

los primeros cuatro meses de enero se mantienen niveles superiores al promedio histórico del mes y la tendencia de descenso es menos acentuada que la que tradicionalmente se presenta en la transición de diciembre a marzo, para el mes de abril se mantienen valores promedio superiores a los históricos, tal como lo evidencia la Figura 2.56.

**Figura 2.56 Comportamiento mensual de los niveles del río Magdalena en Calamar**

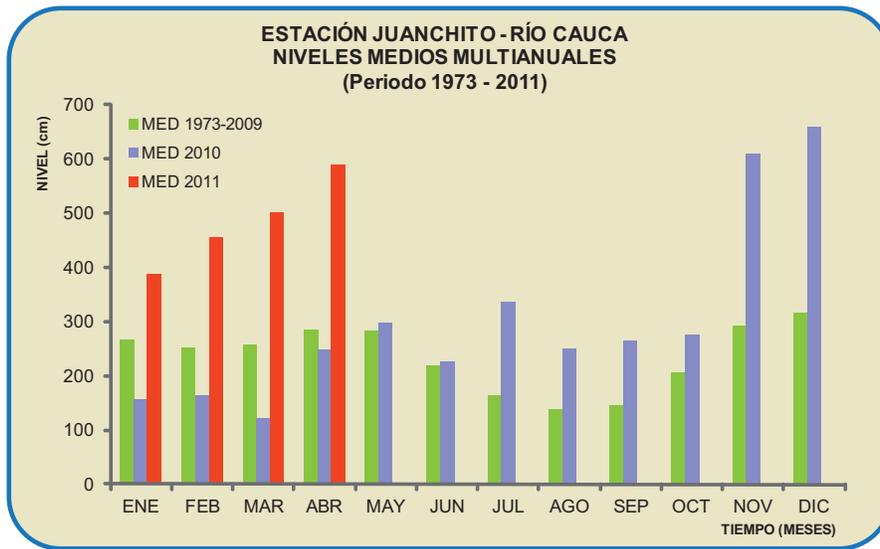


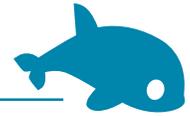
• Río Cauca

A la altura del municipio de Candelaria en el Valle del Cauca, durante los meses de noviembre y diciembre de 2010, se registraron niveles muy superiores a los promedios históricos, esta condición se ha mantenido durante el periodo enero a abril

de 2011, en el cual el nivel se mantiene superior al promedio histórico, como se muestra en la Figura 2.57, comportamiento mensual de los niveles del río Cauca en Juanchito. En abril de 2011 se alcanzó el nivel máximo histórico en esta estación, superando el máximo que se había presentado en noviembre de 2008.

**Figura 2.57** Comportamiento mensual y anual de los niveles del río Cauca en Juanchito

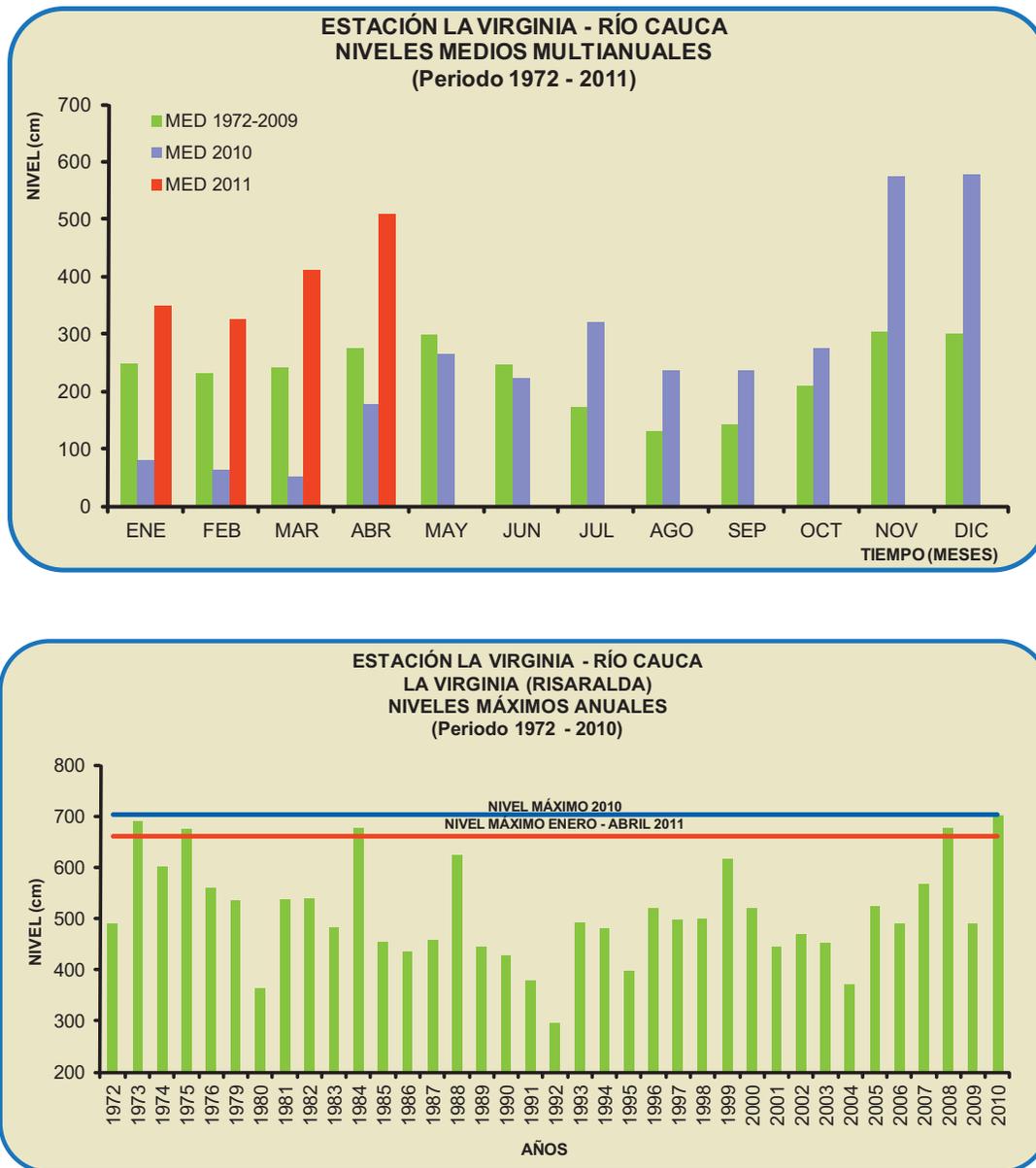




A la altura del municipio de la Virginia, en Risaralda, en los meses de noviembre y diciembre de 2010, se presentaron los más altos niveles del año para el río Cauca y particularmente en la primera quincena de diciembre se alcanzaron los niveles máximos de la serie histórica registrada. En los primeros días del año 2011 (enero 1° al 12)

el nivel medio es superior al promedio histórico, pese a que se manifiesta una marcada tendencia al descenso respecto a los niveles presentados durante el mes de diciembre, tal como se aprecia en la Figura 2.58. Para El mes de abril de 2011 los niveles se encuentran cercanos al máximo histórico presentado en 2010.

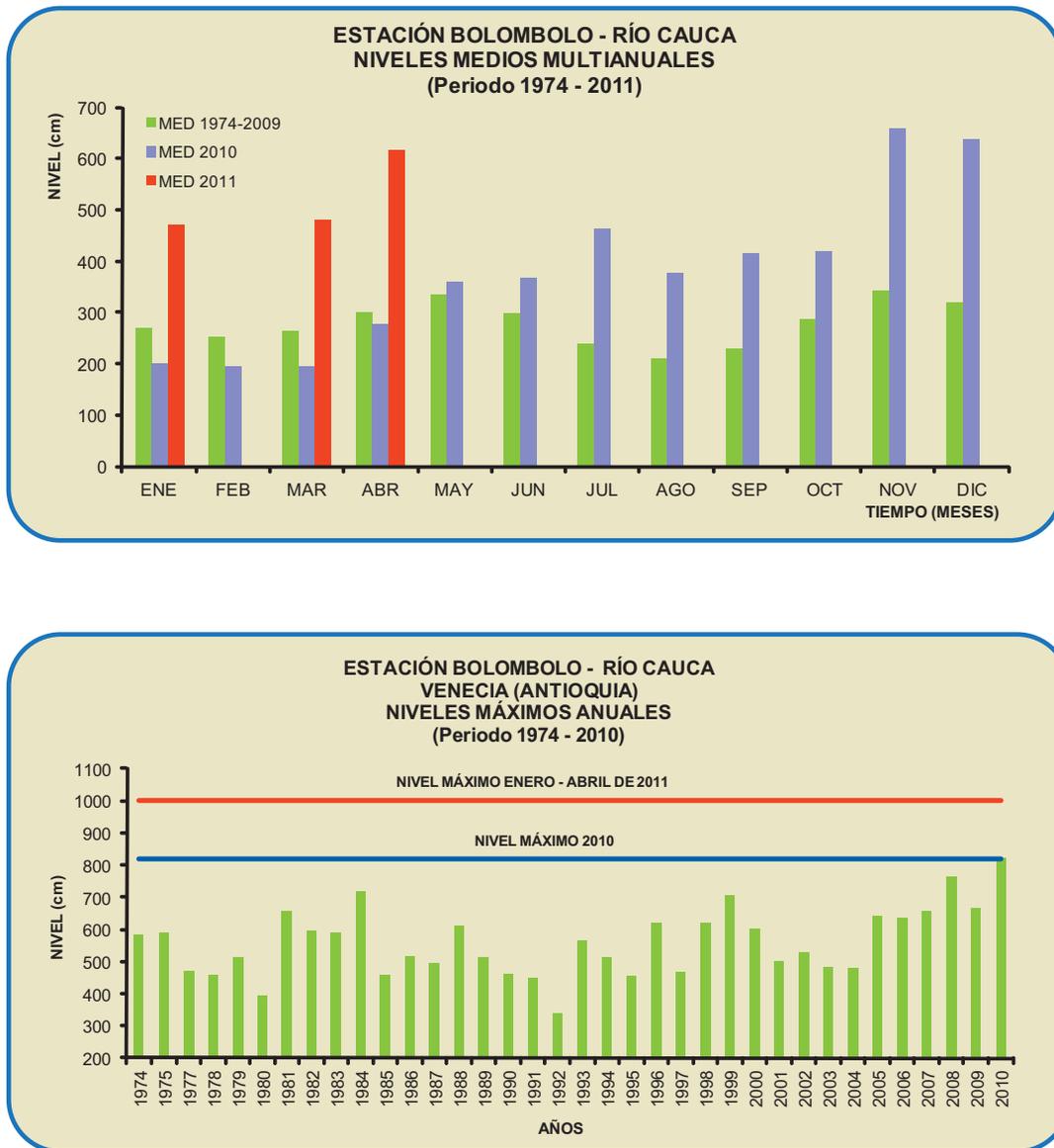
**Figura 2.58** Comportamiento mensual y anual de los niveles del río Cauca en la Virginia

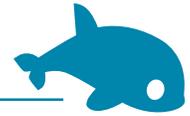


En la parte media de la cuenca del río Cauca, a la altura del municipio de Venecia-Antioquia, el comportamiento de los niveles en este punto durante los meses de noviembre y diciembre de 2010, presentaron los máximos valores del año y así mismo los máximos datos de niveles registrados en toda

la serie histórica analizada, para el periodo de enero 1° al 12 de 2011 el nivel medio es superior al promedio histórico para el mes correspondiente, como se evidencia en la Figura 2.59. En abril de 2011 los niveles superaron los máximos históricos registrados en la estación.

**Figura 2.59 Comportamiento mensual y anual de los niveles del río Cauca en Venecia (Antioquia), Estación Bolombolo.**

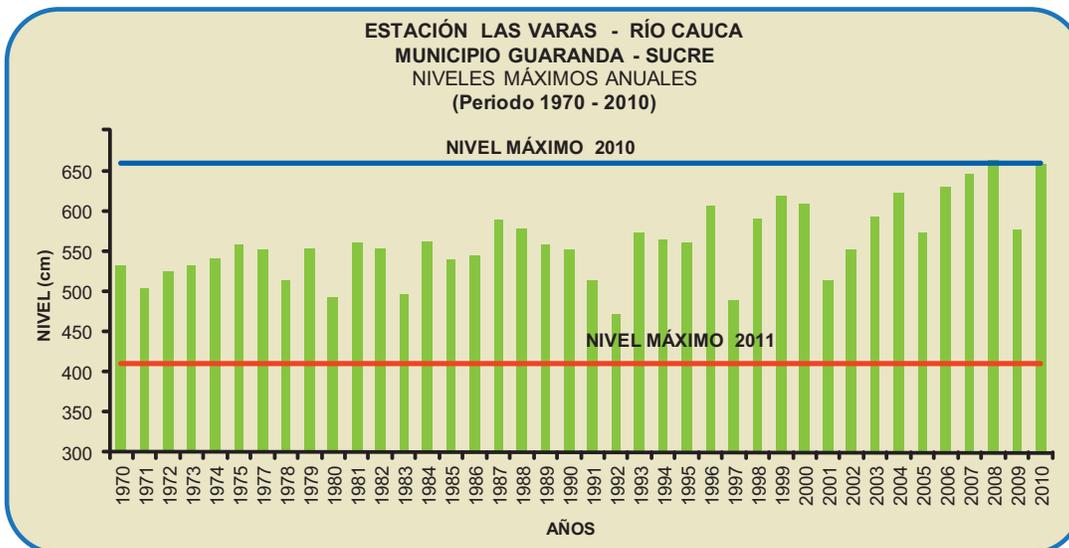
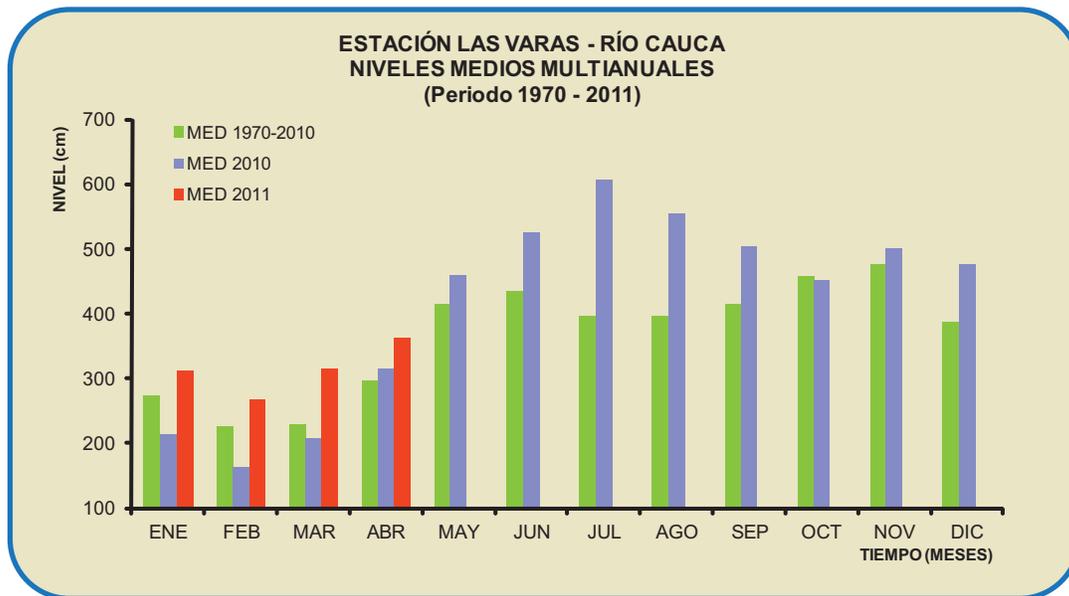




En la parte baja de la cuenca del río Cauca, a la altura del municipio de San Jacinto (Bolívar), el comportamiento de los niveles en este punto durante los meses de noviembre y diciembre de 2010, evidenció la ocurrencia de los máximos valores del año. Para el periodo de enero a abril de 2011 el nivel medio

es superior al promedio histórico para los meses correspondientes, como se evidencia en la Figura 2.60. Vale la pena mencionar que aguas arriba del sitio donde se ubica la estación, ya se presentan desbordamientos hacia la zona de la Mojana, lo que puede repercutir en los niveles registrados en la estación.

**Figura 2.60 Comportamiento mensual y anual de los niveles del río Cauca en San Jacinto (Bolívar), Estación Las Varas**



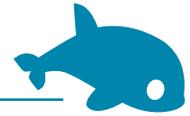
• Río Sinú

En la ciudad de Montería el río Sinú se caracteriza por un período de aguas altas que se presenta a mediados del año. Durante el año 2010 se presentaron niveles altos en los meses de junio, agosto y sep-

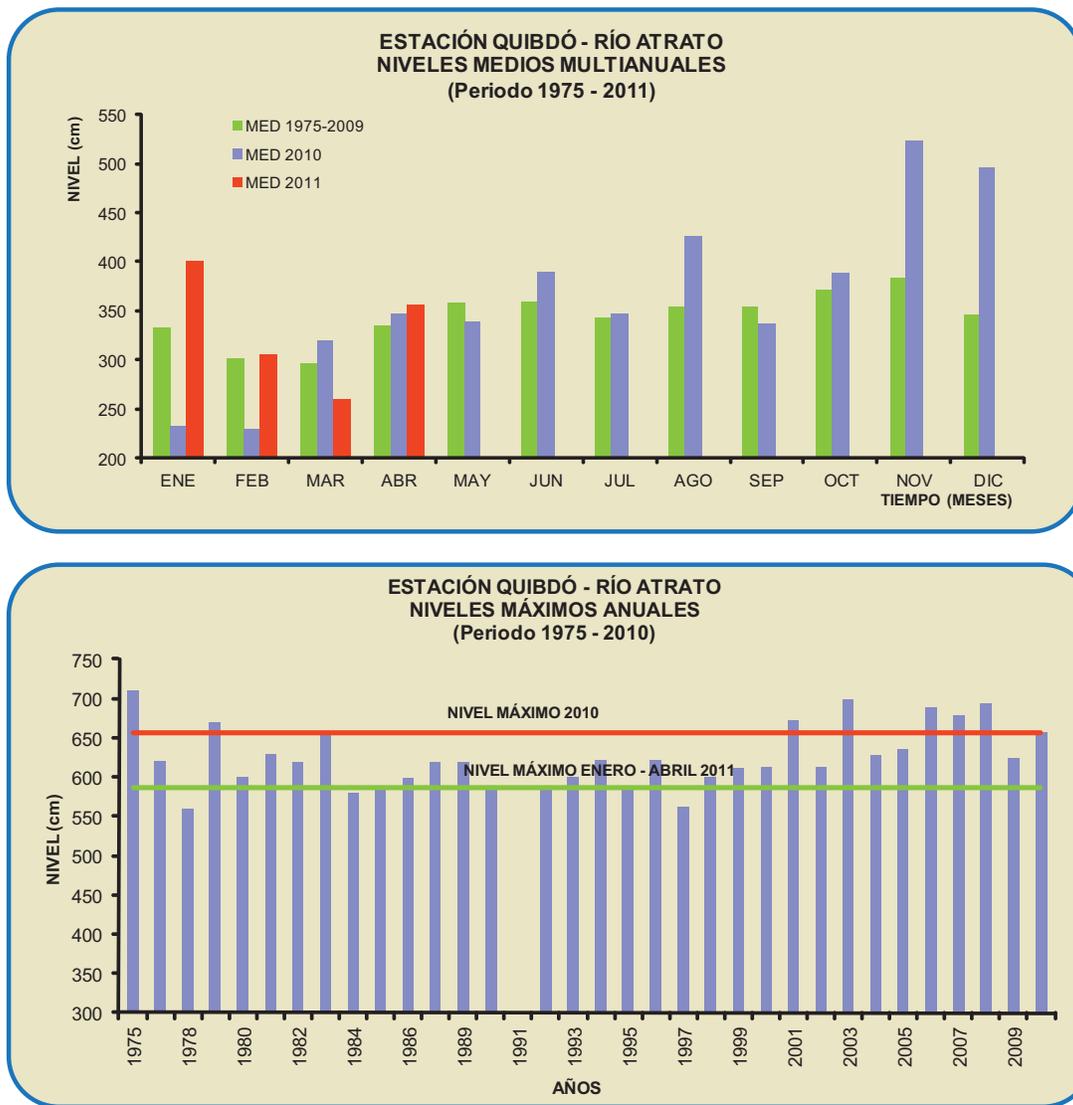
tiembre, destacándose los altos niveles alcanzados a mediados de diciembre que superaron los máximos históricos registrados en los últimos treinta y ocho años. Para el periodo de enero a abril de 2011 el nivel medio es superior al promedio histórico para el mes correspondiente, como se evidencia en la Figura 2.61.

**Figura 2.61** Comportamiento mensual y anual de los niveles del río Sinú en Montería (Córdoba), Estación Las Varas





**Figura 2.62** Comportamiento mensual y anual de los niveles del río Atrato en Quibdó, Estación Las Varas



• **Río Atrato**

El río Atrato en Quibdó, durante el año 2010, registró valores por encima de los promedios históricos, particularmente para los meses de noviembre y diciembre. Para los meses de enero, febrero y abril de 2011 el nivel medio es superior al promedio histórico para el mes correspondiente tal como se muestra en la Figura 2.62.

De las figuras anteriores se puede apreciar que los ríos presentan niveles altos con respecto a las con-

diciones medias y que esta condición se ha mantenido en lo transcurrido del 2011, llegando incluso en los últimos días a superar los valores máximos en algunos puntos adicionales a los presentados como es el caso del río Magdalena en la estación Nariño (municipio de Nariño Tolima), estación Arrancaplumas (en Honda, Tolima), Puerto Salgar (Puerto Salgar, Cundinamarca), lo que puede incidir en que se regrese a condiciones críticas para el periodo húmedo siguiente, si los niveles no descienden considerablemente en los próximos días.

La primera temporada de lluvias de 2011 ha generado, por su parte, crecientes súbitas y desbordamientos en afluentes del Magdalena como el río Bogotá, el río Sumapaz, y los ríos Meta y Arauca en el piedemonte llanero.

### 2.3.3 Inundaciones 2010 – 2011

Durante el segundo semestre de 2010 y el primero de 2011 el territorio nacional se vio bajo la influencia de un fenómeno La Niña de características fuertes. Hasta finales de mayo de 2011, como se presenta en la Tabla 2.12 y en la Figura 2.63, el área afectada por las inundaciones alcanzó una superficie de 1'642.108 ha, en el área de estudio<sup>9</sup>.

Uno de los procesos que caracteriza la dinámica hídrica cuando el exceso de agua a ser transportada por los cauces fluviales es superior a la capacidad de flujo del canal principal y ocupa los valles y planicies aluviales asociados, son las inundaciones. La configuración en el territorio colombiano de extensas zonas con estas características particularmente en las partes media y baja de las cuencas de los ríos Magdalena, Cauca, Sinú, San Jorge, Atrato, Patía, San Juan, Micay, Meta, Ariari, Guaviare favorece que en épocas de aguas altas se ocupen amplias zonas por estos excesos hídricos y en particular permitió que tanto en la región Andina como en la Caribe una amplia zona fuera ocupada por las aguas de desborde, ocasionado tanto por el incremento de los niveles en los ríos como por la falla de estructuras de control que han sido construidas en sus márgenes.

**Tabla 2.12 Zonas Inundadas por departamento**

DEPARTAMENTO	ÁREA (ha)	MUNICIPIOS AFECTADOS	CUERPOS DE AGUA (ha)	ZONAS INUNDABLES PERIÓDICAMENTE (ha)	INUNDACIÓN 2010 – 2011 (ha)	TOTAL ZONA AFECTADA (ha) <sup>9</sup>	% ZONA AFECTADA
SUCRE	1.071.860	15	83.553	188.517	97.940	370.010	34,5%
BOLÍVAR	2.665.496	42	209.795	357.417	319.525	886.737	33,3%
CASANARE	4.434.139	17	49.029	1.071.547	323.037	1.443.614	32,6%
ATLÁNTICO	331.159	21	20.875	13.296	44.083	78.253	23,6%
MAGDALENA	2.314.438	28	166.448	174.148	134.924	475.519	20,5%
CHOCÓ	4.824.344	22	63.528	459.912	29.864	553.305	11,5%
ARAUCA	2.383.135	4	19.293	233.926	15.519	268.738	11,3%
CÓRDOBA	2.499.858	28	44.233	91.348	142.691	278.272	11,1%
CESAR	2.256.550	21	46.400	80.476	71.281	198.157	8,8%
SANTANDER	3.054.326	23	42.406	84.018	99.964	226.388	7,4%
ANTIOQUIA	6.296.299	100	71.044	239.283	132.568	442.895	7,0%
VALLE DEL CAUCA	2.076.805	31	33.039	48.440	12.176	93.654	4,5%
CUNDINAMARCA	2.398.439	57	22.436	7.802	30.153	60.391	2,5%
META	8.555.025	12	32.439	84.842	96.899	214.180	2,5%
CALDAS	743.890	22	6.744	364	8.764	15.872	2,1%
NORTE DE SANTANDER	2.182.705	9	9.804	3.725	26.403	39.933	1,8%
BOYACÁ	2.317.531	34	21.951	2.944	16.437	41.332	1,8%
TOLIMA	2.415.020	29	21.056	362	13.118	34.536	1,4%
LA GUAJIRA	2.061.936	9	3.259	9.806	16.257	29.322	1,4%
CAUCA	3.125.130	16	22.316	11.903	2.284	36.504	1,2%
HUILA	1.813.533	18	12.832	149	6.086	19.067	1,1%
RISARALDA	356.035	8	1.347	101	1.711	3.158	0,9%
QUINDÍO	193.217	4	369	0	176	545	0,3%
CAQUETÁ	9.010.823	3	6.925	8.159	248	15.332	0,2%
TOTAL	69.381.695	573	1.011.122	3.172.483	1.642.108	5.825.713	8,4%

Fuente: IDEAM, IGAC, DANE, 2011.

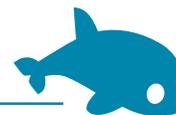
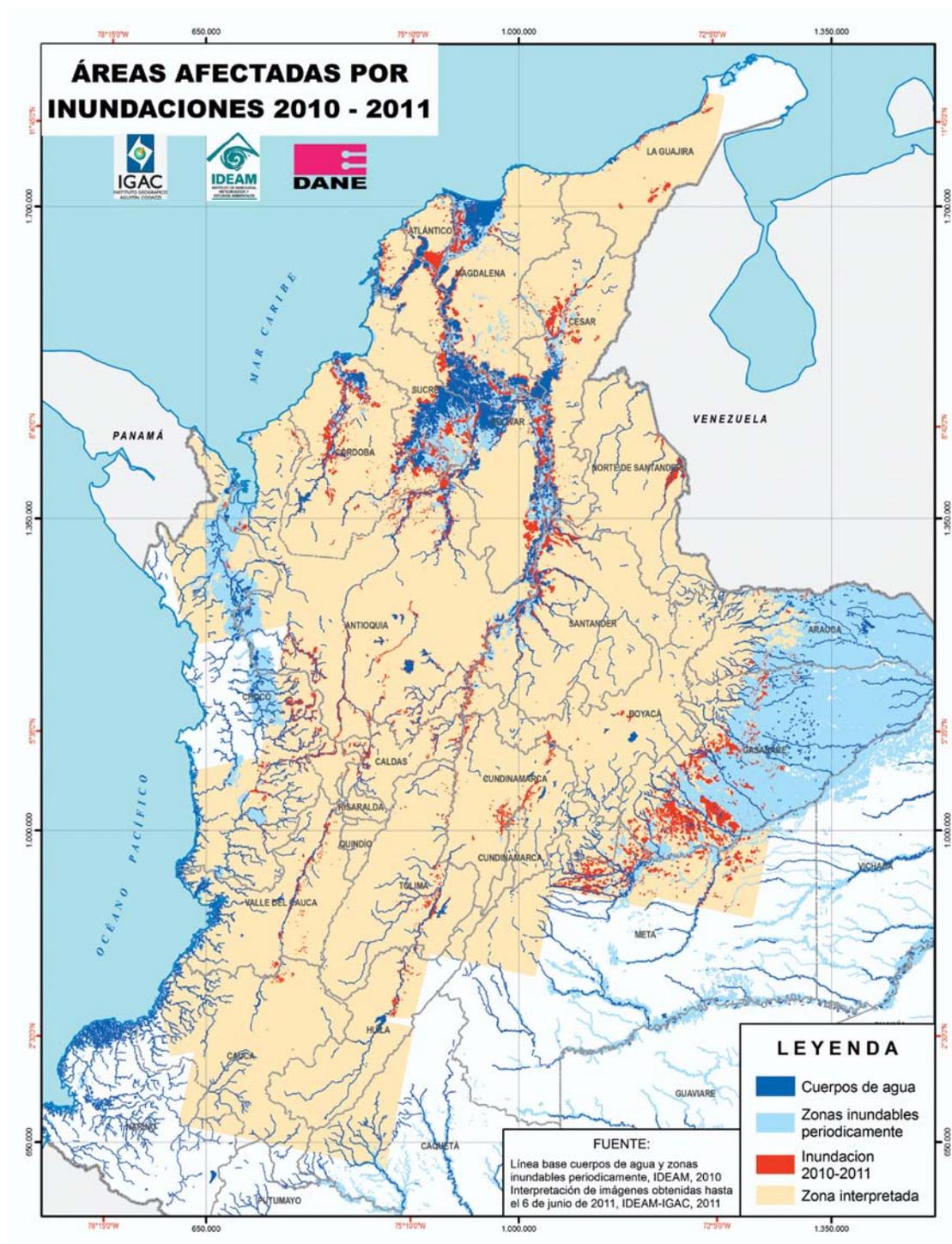


Figura 2.63 Áreas afectadas por inundaciones 2010-2011



Fuente. IDEAM, IGAC, DANE, 2011.

## 2.4 Suelos

El crecimiento de la población, el cambio de los modelos de desarrollo económico y la ampliación de los mercados globales han implicado cambios en las coberturas y usos del suelo, que pueden llevar a procesos de degradación que se traducen en diversas formas: desertificación, acidez, inestabilidad y erosión.

### 2.4.1 Coberturas de la tierra en Colombia

La caracterización de la cobertura terrestre es fundamental para entender y predecir la dinámica de los componentes del paisaje. Además proporciona un marco de referencia para el estudio de la sucesión y la dinámica de los ecosistemas, y es una herramienta esencial para el diseño de políticas y estrategias de planificación, conservación y manejo sostenible de los recursos naturales (Ojima et ál., 1994).

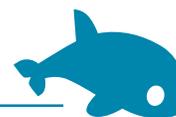
En Colombia se realizó la adaptación de la metodología y la leyenda de Coberturas de la Tierra CORINE Land Cover a las condiciones nacionales con la aplicación de protocolos para la interpretación y verificación de la información obtenida. La base de datos de coberturas permite describir, caracterizar, clasificar y comparar las características de la cobertura de la tierra, interpretadas a partir de la utilización de imágenes de satélite de resolución media, para la construcción de mapas a escala 1:100.000.

La leyenda nacional de Coberturas de la Tierra Metodología CORINE Land Cover adaptada para

Colombia (CLC) producto del trabajo entre los institutos del SINA, IGAC y la UAESPNN, contiene y describe las unidades de coberturas de la tierra que podrían estar presentes en el territorio nacional y que se podrían cartografiar a escala 1:100.000.

Las principales categorías de la leyenda nacional se corresponden con las de la leyenda CORINE Land Cover europea, siendo las siguientes y presentadas en la Tabla 2.13.

-  Territorios artificializados: comprende áreas de ciudades, centros poblados y zonas periféricas que están siendo incorporadas a las zonas urbanas por procesos de urbanización o de cambio de uso del suelo hacia fines comerciales, industriales, de servicios y recreativos.
-  Territorios agrícolas: comprende las áreas dedicadas a cultivos permanentes, transitorios, áreas de pastos y zonas agrícolas heterogéneas.
-  Bosques y áreas seminaturales: comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo, áreas seminaturales como zonas de suelos desnudos y afloramientos rocosos y arenosos y, coberturas de manejo antrópico como plantaciones forestales y vegetación secundaria o en transición.
-  Áreas húmedas: Correspondientes a terrenos anegadizos e inundables.
-  Superficies de agua: áreas cubiertas por cuerpos y cauces de aguas permanentes, intermitentes y estacionales.



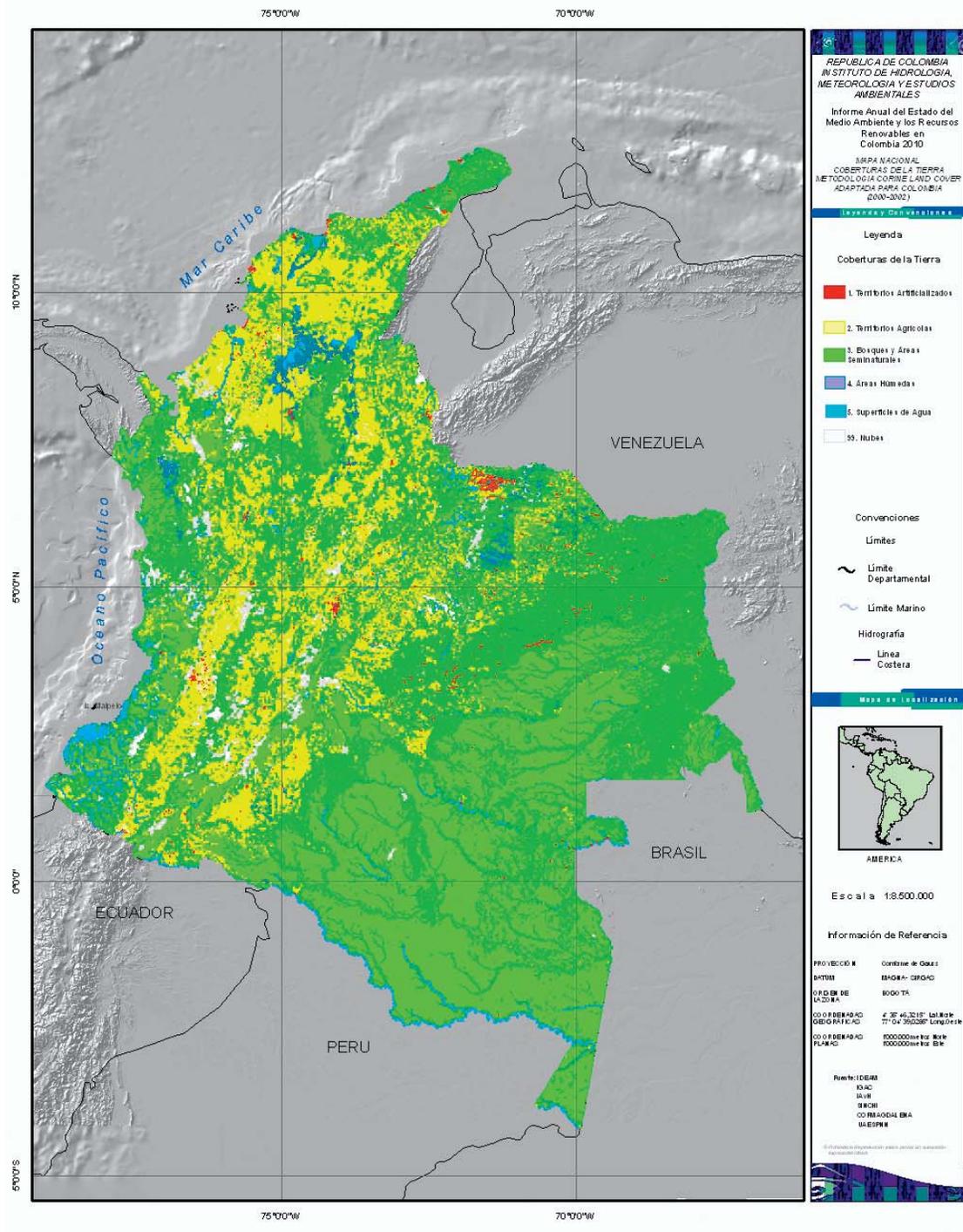
**Tabla 2.13 Unidades de coberturas de la Tierra para la leyenda nacional escala 1:100.000, de acuerdo con la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia**

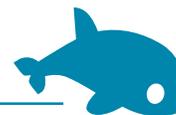
LEYENDA NACIONAL DE COBERTURAS DE LA TIERRA - COLOMBIA	
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES
1.1. Zonas urbanizadas	3.1. Bosques
1.1.1. Tejido urbano continuo	3.1.1. Bosque denso
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	3.1.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme
1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	3.1.1.1.2. Bosque denso alto inundable
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme
1.2.2. Red vial, ferroviarias y terrenos asociados	3.1.1.2.2. Bosque denso bajo inundable
1.2.3. Zonas portuarias	3.1.2. Bosque abierto
1.2.4. Aeropuertos	3.1.2.1.1. Bosque abierto alto de tierra firme
1.2.5. Obras hidráulicas	3.1.2.1.2. Bosque abierto alto inundable
1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	3.1.2.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme
1.3.1. Zonas de extracción minera	3.1.2.2.2. Bosque abierto bajo inundable
1.3.2. Zonas de disposición de residuos	3.1.3. Bosque fragmentado
1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	3.1.4. Bosque de galería y ripario
1.4.1. Zonas verdes urbanas	3.1.5. Plantación forestal
1.4.2. Instalaciones recreativas	3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	3.2.1.1. Herbazal denso
2.1. Cultivos transitorios	3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado
2.1.1. Otros cultivos transitorios	3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado
2.1.2. Cereales	3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos
2.1.3. Oleaginosas y leguminosas	3.2.1.1.2.1. Herbazal denso inundable no arbolado
2.1.4. Hortalizas	3.2.1.1.2.2. Herbazal denso inundable arbolado
2.1.5. Tubérculos	3.2.1.1.2.3. Arracachal
2.2. Cultivos permanentes	3.2.1.1.2.4. Helechal
2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	3.2.1.2. Herbazal abierto
2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos	3.2.1.2.1. Herbazal abierto arenoso
2.2.1.2. Caña	3.2.1.2.2. Herbazal abierto rocoso
2.2.1.3. Plátano y banano	3.2.2.1. Arbustal denso
2.2.1.4. Tabaco	3.2.2.2. Arbustal abierto
2.2.1.5. Papaya	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición
2.2.1.6. Amapola	3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	3.3.1. Zonas arenosas naturales
2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos	3.3.2. Afloramientos rocosos
2.2.2.2. Café	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas
2.2.2.3. Cacao	3.3.4. Zonas quemadas
2.2.2.4. Viñedos	3.3.5. Zonas glaciares y nivales
2.2.2.5. Coca	4. ÁREAS HÚMEDAS
2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	4.1. Áreas húmedas continentales
2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreos	4.1.1. Zonas Pantanosas
2.2.3.2. Palma de aceite	4.1.2. Turberas
2.2.3.3. Cítricos	4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
2.2.3.4. Mango	4.2. Áreas húmedas costeras
2.2.4. Cultivos agroforestales	4.2.1. Pantanos costeros
2.2.5. Cultivos confinados	4.2.2. Salitral
2.3. Pastos	4.2.3. Sedimentos expuestos en bajamar
2.3.1. Pastos limpios	5. SUPERFICIES DE AGUA
2.3.2. Pastos arbolados	5.1. Aguas continentales
2.3.3. Pastos enmalezados	5.1.1. Ríos (50 m)
2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales
2.4.1. Mosaico de cultivos	5.1.3. Canales
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	5.1.4. Cuerpos de agua artificiales
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	5.2. Aguas marítimas
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	5.2.1. Lagunas costeras
2.4.5. Mosaico de cultivos y espacios naturales	5.2.2. Mares y océanos
	5.2.3. Estanques para acuicultura marina

En la Figura 2.64 se muestra una imagen del mapa nacional de coberturas de la tierra línea base 2000-2002, escala 1:100.000 donde se presentaron, a nivel uno, de la leyenda nacional,

los territorios artificializados, las áreas húmedas y las superficies de agua, y, a nivel dos, los territorios agrícolas y los bosques y áreas seminaturales ( IDEAM-IGAC 2010)<sup>10</sup>.

**Figura 2.64 Mapa Nacional de coberturas de la Tierra 2010<sup>11</sup>**





### Un paso fundamental en la Investigación: Línea base de coberturas de la tierra para Colombia periodo 2000 – 2002

Uno de los principales resultados alcanzados durante la última década es la consolidación de una línea base nacional de las coberturas de la Tierra a escala 1:100.000 periodo 2000 - 2002, obtenida utilizando una metodología y nomenclatura estándar, que permite determinar de cada clase de cobertura su ubicación, distribución y representatividad en el país, que la convierte en una herramienta fundamental para estudios comparativos y de cambios de cobertura. De esta forma se constituye no solo en la línea base para los estudios de actualización, sino en el referente de estudios de cobertura y del paisaje realizados con anterioridad en el país.

La información cartográfica se encuentra organizada en una base de datos geográfica, que permite la interoperabilidad y facilita el manejo estadístico de la información. Una vez concluya el proceso de actualización de la cobertura de la Tierra para el periodo 2005 – 2008 se podrá determinar cuándo y dónde se producen los cambios y cuáles son las causas y proyecciones de los mismos, contribuyendo de esta forma a la adopción de una dimensión territorial en la formulación de las políticas de ordenación, planificación y conservación, así como para aplicaciones ambientales relacionadas con cambio climático, zonificación ambiental, ordenamiento territorial y conservación.

La cobertura de bosques, incluyendo las plantaciones forestales, constituye la cobertura predominante en el país, y se ubica principalmente en la región Amazónica y Pacífica. Las áreas con vegetación herbácea y arbustiva dentro de las cuales también se incluyen la vegetación secundaria o en transición equivalen aproximadamente a una quinta parte de los territorios con vegetación natural y dentro de este nivel la cobertura más representativa son los herbazales. Los resultados del proceso de integración de la capa nacional de coberturas de la Tierra 2000-2002 a escala 1:100.000, se están validando, para contrastarlos con los obtenidos de la capa de coberturas del mapa de ecosistemas, continentes, costeros y marinos a escala 1:500.000.

Las áreas de uso agrícola incluyendo los pastos y áreas de arreglo heterogéneo comprenden aproximadamente una quinta parte del territorio nacional, predominando en la región Andina y Caribe; a este nivel se destacan los pastos limpios y enmalezados que conforman el 52% de la categoría y las coberturas de tipo heterogéneas conformadas por mosaicos diversos entre pastos, áreas naturales y cultivos, tienen un importante porcentaje de la categoría, superando a las coberturas de cultivos permanentes y transitorios.

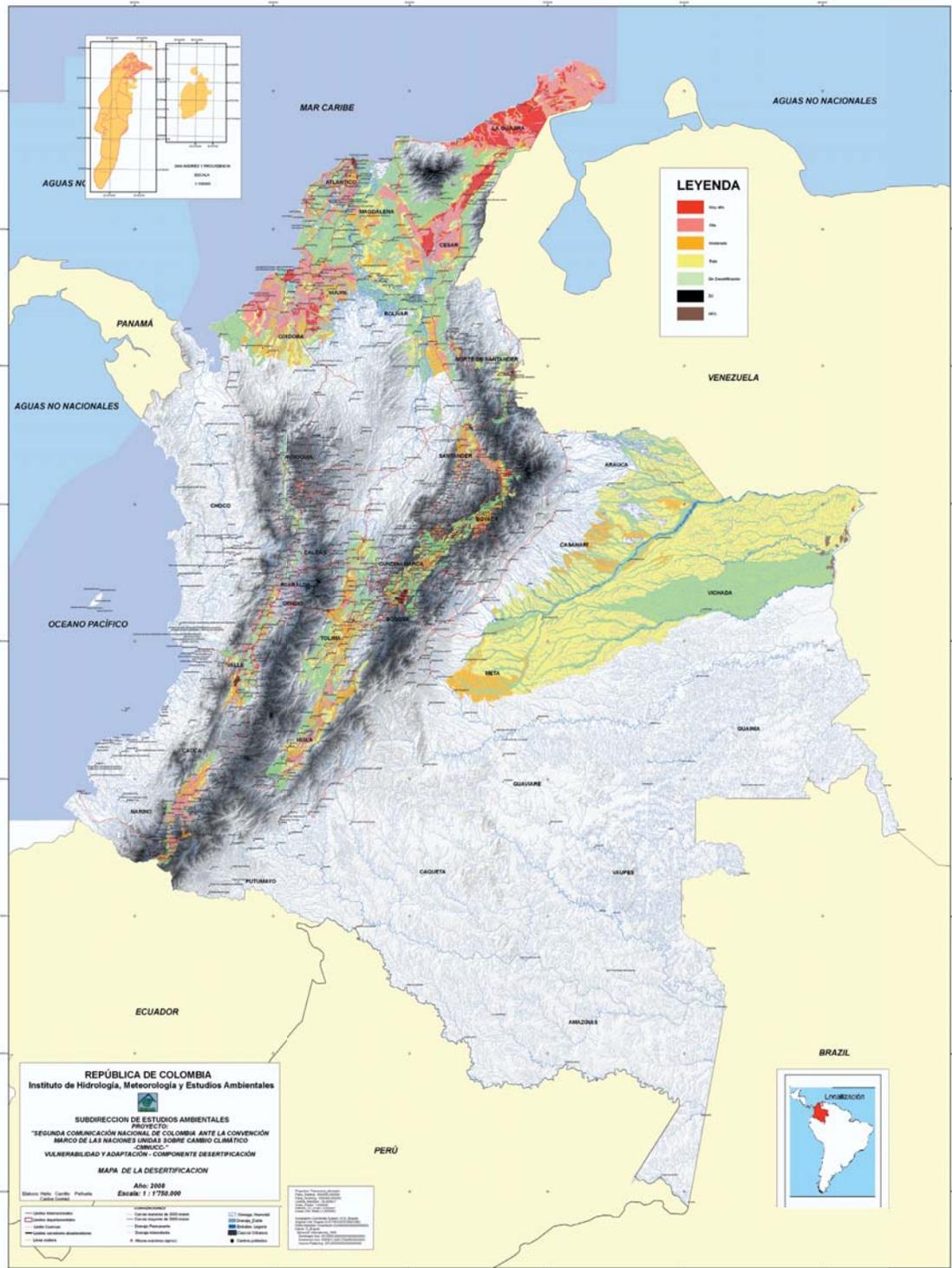
Los territorios artificializados, según la línea base de coberturas a escala 1:100.000, en conjunto cubren el 0,37% del área del país, y de estas, la mitad corresponden a centros urbanos. La categoría de áreas húmedas, conformada por las áreas húmedas continentales y costeras, cubre una superficie equivalente al 1,19% del territorio nacional. Finalmente, las superficies de agua representan el 1,66% del territorio colombiano. Todas estas últimas cifras son preliminares, y pueden estar sujetas a ajustes una vez se culmine el proceso de edición.

### 2.4.2 Desertificación, deslizamientos e inundaciones

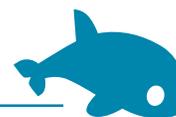
El uso, la ocupación y las dinámicas naturales extremas están contribuyendo a la degradación, el deterioro, la contaminación y en muchos casos a la destrucción del suelo, cuyo efecto final se reduce a la incapacidad para sostener adecuadamente las funciones económicas y las funciones ecológicas originales.

Se estima que 70% de las tierras secas productivas del planeta, están actualmente amenazadas. En América Latina, aproximadamente un 75% de las tierras secas están afectadas por algún grado de desertificación. (MAVDT 2005).

Figura 2.65 Mapa desertificación nacional



Fuente: IDEAM., 2008<sup>12</sup>.



• **Desertificación**

La Convención de Lucha contra la Desertificación (CLD) define la desertificación como: la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultante de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas.

El Instituto, con el ánimo de hacer seguimiento a la degradación de suelos y tierras por desertificación viene desde el año 2000 construyendo el sistema de información sobre el estado de la desertificación en el país. En la medida en que se cuenta con mayor información climática, edáfica, ecosistémica y socioeconómica y sus relaciones se logra la claridad frente a la complejidad de la problemática.

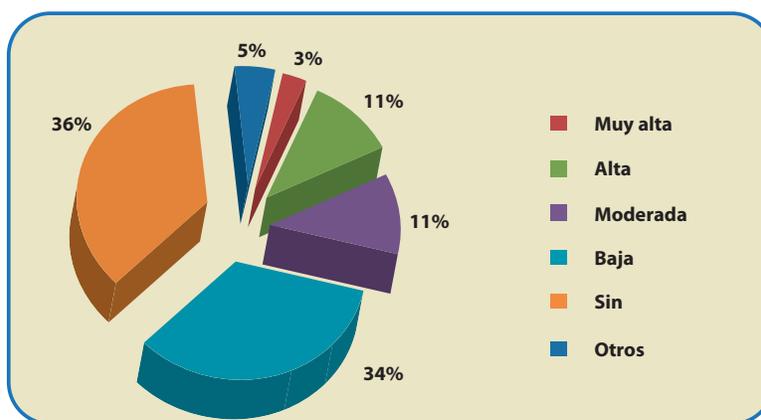
Considerando entonces, para un nuevo análisis y evaluación la información reciente relacionada con un mayor número de estaciones meteorológicas, otras características de los suelos y los biomas del mapa de ecosistemas (IDEAM 2007) se obtuvo una nueva versión del mapa que se presenta a continuación con la observación por departamento.

Como se puede apreciar en la Tabla 2.14 y Figura 2.66, el territorio colombiano tiene el 23,77% de su área susceptible a desertificarse, con un 14,29% en desertificación en algún grado siendo las zonas por extensión mayormente afectadas las de la región Caribe y la Orinoquía. ✓

**Tabla 2.14 Área susceptible a desertificación**

Desertificación	Hectareas	% Zonas Secas	% País
Muy Alta	830.728,90	3,03	0,73
Alta	2.979.177,61	10,86	2,61
Moderada	3.127.373,36	11,4	2,74
Baja	9.375.085,75	34,19	8,22
Sin	9.837.676,68	35,88	8,62
Otros	1.272.051,27	4,64	1,11
Total	27.422.093,50	100	24,03
En desertificación	16.312.365,62	59,49	14,30

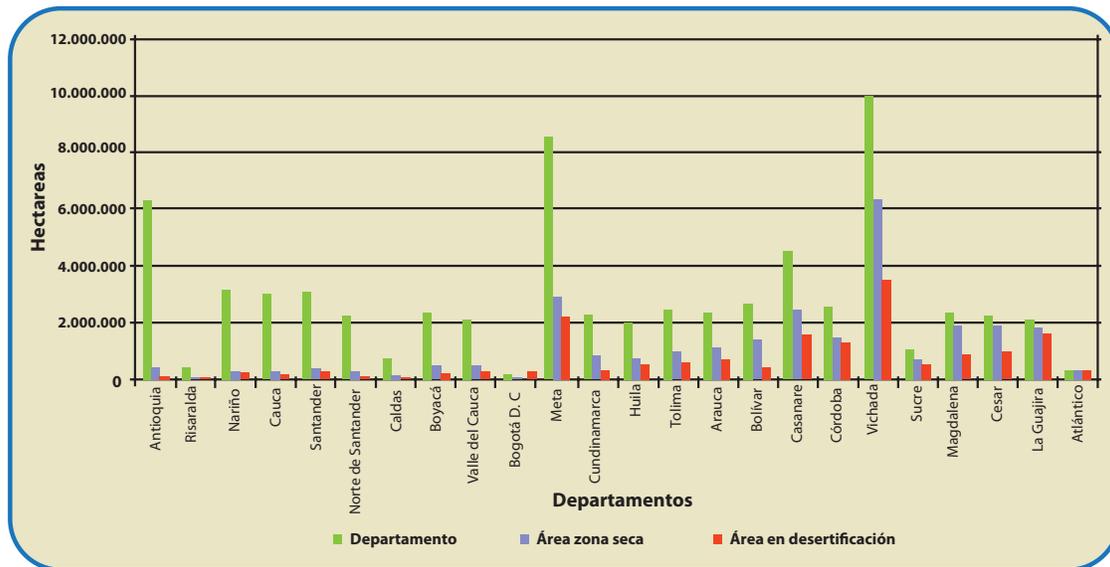
**Figura 2.66 Distribución de la desertificación en zonas secas**



En relación con los departamentos (Figura 2.67), se destaca que el departamento de La Guajira presenta una afectación por desertificación mayor del 75% de su extensión. Con porcentajes entre el 50 y 75% se encuentran el departamento del Atlántico. Los departamentos de Magdalena, Cesar, Sucre y Córdoba, Arauca, Huila y Tolima presentan porcentajes

de desertificación de 25 a 50%. Con un porcentaje entre el 25-10% están Bolívar, Cundinamarca, Valle del Cauca, el resto de departamentos se encuentran con menos del 10%, el menor afectado es Antioquia. Además, a nivel nacional los departamentos del Meta y Vichada presentan las extensiones más amplias con zonas en desertificación.

**Figura 2.67 Departamentos con zonas secas y procesos de desertificación**

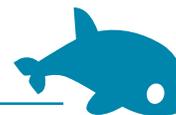


Como se puede observar los datos sobre áreas en desertificación y susceptibles cambian de manera no muy significativa entre la información del año 2004 y el actual, por las consideraciones citadas en el párrafo anterior; sin embargo, la gravedad de los impactos sigue siendo igualmente alarmante y se recomienda considerarla en la toma de decisiones.

En los ecosistemas secos del país es donde se ejerce la mayor presión sobre el recurso suelo. Localizándose allí los principales distritos de riego y drenaje asociados a la agricultura intensiva del país, con altos insumos y efectos adversos sobre las fragilidades de los suelos, la

calidad de las aguas y la biodiversidad de los ecosistemas secos. Se presenta una importante concentración de asentamientos humanos con sus correspondientes actividades socioeconómicas: 63% de los cascos urbanos está en ecosistemas secos y 48% en zonas en desertificación. En las áreas rurales con densidades de población superiores a 150 hab/km<sup>2</sup> se presentan porcentajes superiores a 40% en ecosistemas secos y 30% en zonas en desertificación.

Por último, en las zonas en desertificación se encuentran los principales centros de explotación minera y las principales vías del país con sus impactos adversos sobre los suelos y tierras.

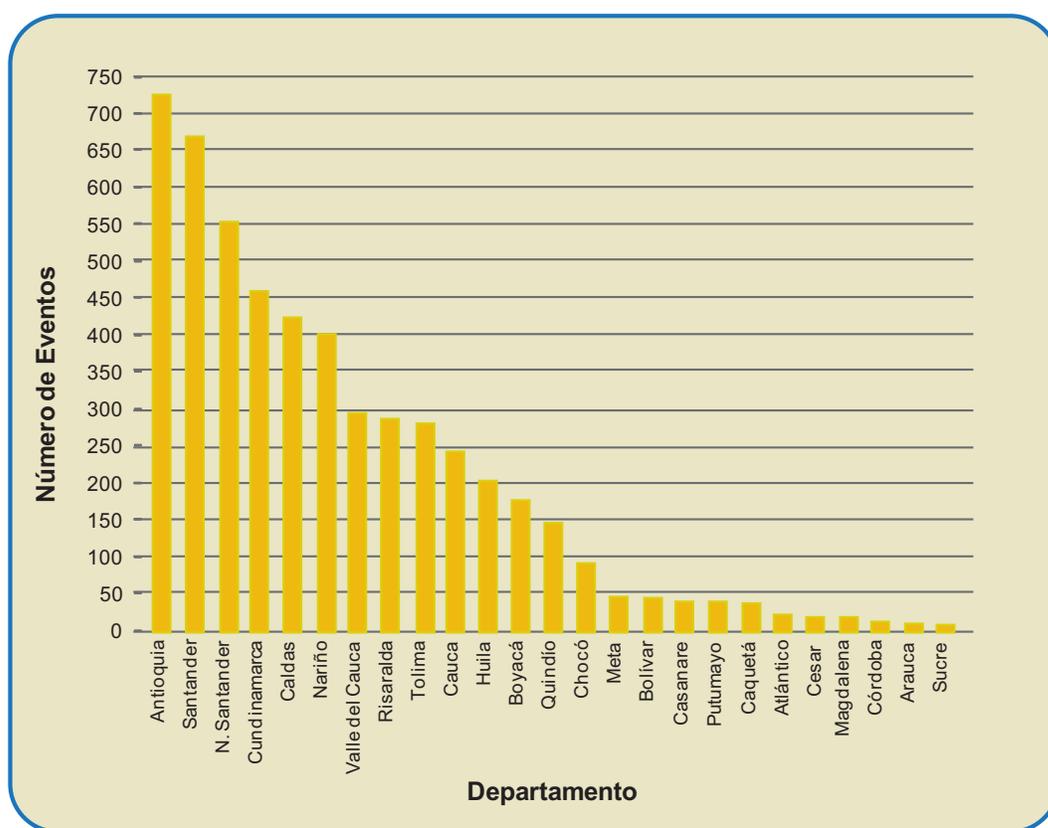


• **Deslizamientos**

Este aparte presenta la síntesis de la ocurrencia y el impacto de los deslizamientos de tierra en Colombia durante el periodo comprendido entre los años 2001 y 2011 y la influencia de Fenómenos Cálidos del Pacífico (El Niño) y Fenómenos Fríos del Pacífico (La Niña) en la estabilidad de laderas en el territorio nacional.

Para el periodo comprendido entre los años 2001 y 2011, se registraron oficialmente 5.261 movimientos en masa, de los cuales el 38% se presentaron en los departamentos de Antioquia, Santander y Norte de Santander con 719, 663 y 548 eventos, respectivamente. (Figura 2.68).

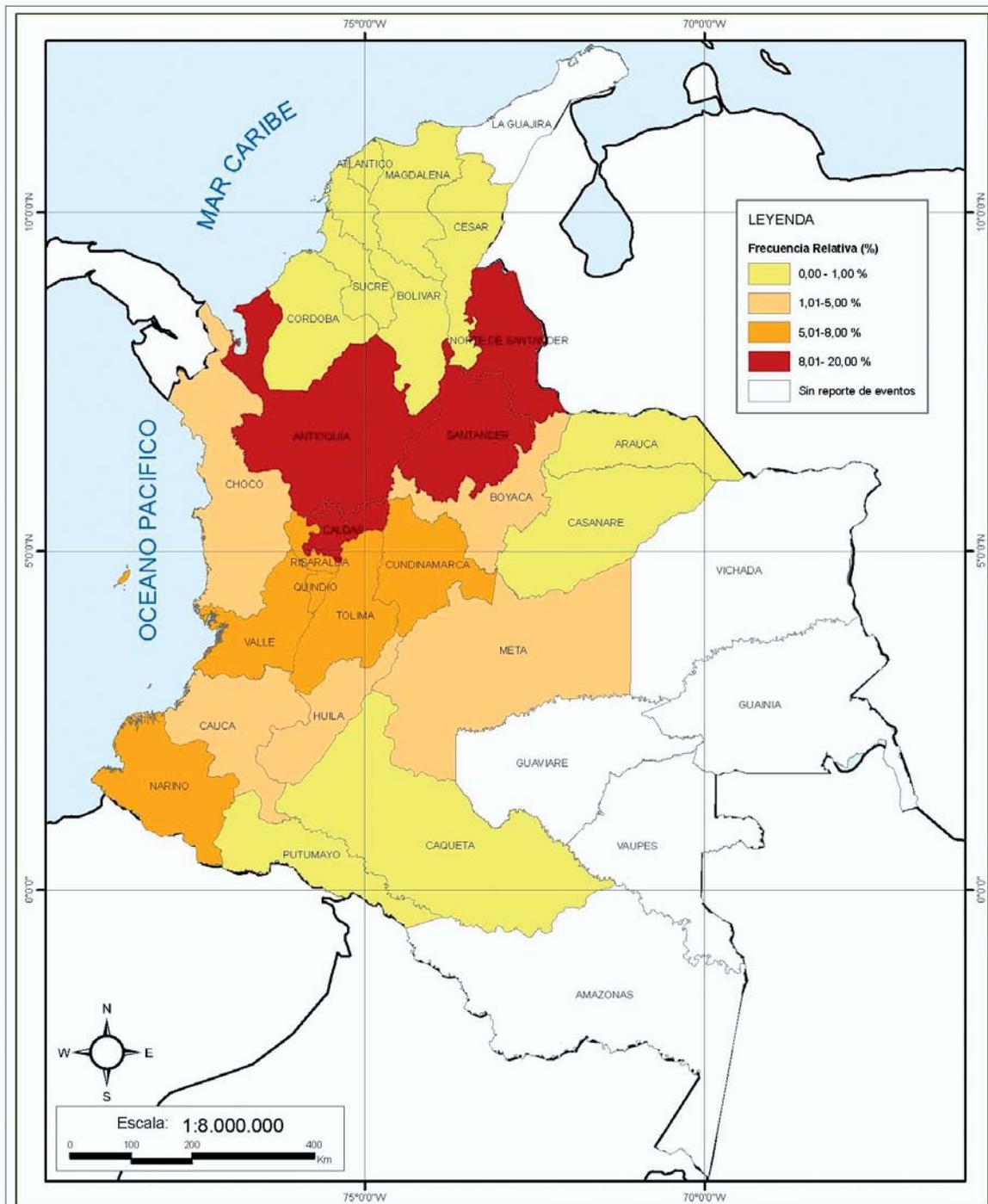
**Figura 2.68** Número de deslizamientos por departamento entre los años 2001 y 2011<sup>13</sup>

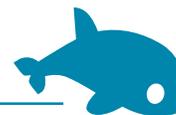


Como se observa en la Figura 2.69, los eventos se concentran en la Región Andina, con un 93.5% de los eventos respecto al total reportados en el país

para el periodo de análisis; de forma consecuente con esto, el 6,5% de eventos fue reportado para las regiones Caribe, la Orinoquía y de la Amazonía.

**Figura 2.69** Mapa de distribución espacial de los movimientos en masa reportados para el periodo 2001-2011





Durante el periodo 2001-2011, los movimientos en masa generaron emergencias de variada intensidad de daño entre los que sobresalen los daños corporales relacionados con la muerte de personas y heridos, los daños estructurales con la destrucción y avería de viviendas, carreteras, poliductos, acueductos, ocasionando desabastecimiento de poblaciones enteras, trastornos en el comercio de materias primas, productos agrícolas y pecuarios.

Como resultado de los daños ocasionados por los deslizamientos para el periodo, se tiene un saldo de 2.438 muertos, 2.704 heridos, 566 desaparecidos, 915.222 personas y 201.396 familias damnificadas, 88.208 viviendas destruidas y 84.490 viviendas averiadas.

El mayor número de muertos ocasionados por los deslizamientos se reportó en los departamentos de Antioquia, Caldas, Nariño y Cundinamarca; mientras que la mayor proporción de población afectada se registró en los departamentos de Boyacá, Tolima, Nariño, Santander, Cauca, Antioquia, Norte de Santander, Caldas, Valle del Cauca y Cundinamarca.

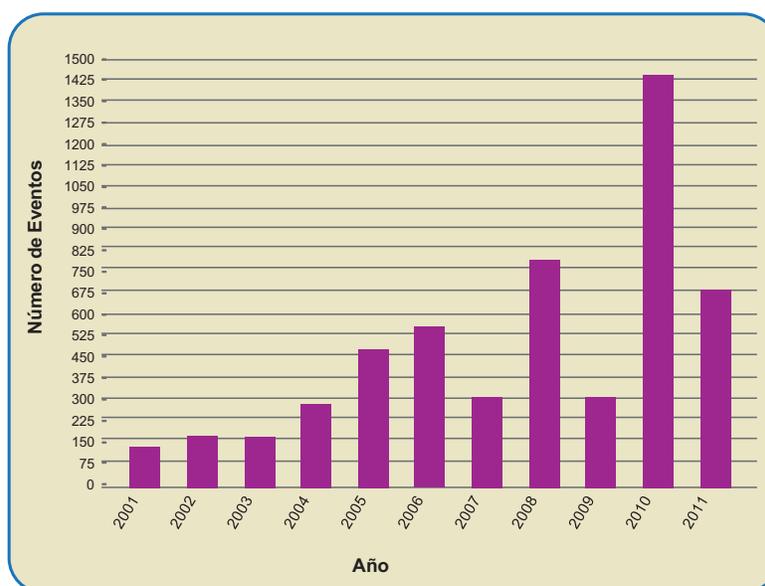
Según Velásquez y Rosales (OSSO, 2003), durante El Niño los deslizamientos y avalanchas disminuyen, mientras que los mismos se incrementan durante La Niña. De acuerdo con el Inventario de Movimientos en Masa de origen hidrometeorológico que realiza el IDEAM, a partir de los reportes de entidades oficiales, bajo la influencia del Fenómeno de La Niña los movimientos en masa aumentan aproximadamente en un 57%, mientras que durante la presencia del Fenómeno de El Niño los mismos disminuyen en un 78%, con respecto a los periodos normales. ✓

Respecto a la frecuencia de los eventos durante el periodo evaluado, se tiene registro de la presencia de dos Fenómenos de La Niña (septiembre

de 2007 a mayo de 2008 y julio de 2010 a mayo de 2011), cuatro Fenómenos de El Niño (mayo de 2002 a marzo 2003, junio de 2004 a febrero de 2005, agosto de 2006 a enero de 2007 y junio de 2009 a abril de 2009) y cuatro periodos neutros o normales (abril 2003 a mayo de 2004, marzo de 2005 a julio de 2006, febrero de 2007 a agosto de 2007 y junio de 2008 a mayo de 2009).

Los mayores registros de deslizamientos se presentaron en 2008, 2010 y 2011, con 775, 1.429 y 569 eventos, respectivamente; en los cuales se observó la marcada influencia e intensidad del Fenómeno de La Niña, particularmente en mayo de 2008 y diciembre de 2010; los cuales ocurrieron principalmente en los departamentos de Norte de Santander, Santander, Antioquia, Cundinamarca, Caldas, Tolima, Risaralda, Valle del Cauca y Nariño. Dichos eventos dejaron como saldo aproximado 418 muertos, 284 heridos; 192 desaparecidos, 165.278 personas y 34.661 familias damnificadas; 34.144 viviendas destruidas y 22.670 averiadas, así como daños, en 32 sedes educativas e infraestructura de servicios públicos. Por la intensidad de los daños, el Fenómeno La Niña que terminó recientemente (julio de 2010 a mayo de 2011) ha sido catalogado como uno de los más destructivos y que más desastres ha causado tanto humanitaria como económicamente.

En contraste con los periodos en los cuales se presentó la influencia del Fenómeno El Niño y a pesar de la generalizada disminución de las lluvias se registraron 619 eventos en los cuatro periodos mencionados inicialmente; los cuales presentaron mayor frecuencia en los meses de abril y noviembre de 2004 en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Santander, Cundinamarca, Caldas, Valle del Cauca, Norte de Santander y Tolima, donde se reportaron 149 muertos, 163 heridos, 19 desaparecidos, 61.259 personas y 12.807 familias damnificadas, 3.477 viviendas destruidas y 4.791 averiadas.

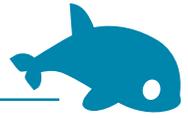
**Figura 2.70** Número de deslizamientos reportados por cada año del periodo 2001 y 2011<sup>14</sup>

Determinar cuáles unidades político-administrativas han presentado la mayor cantidad de reportes de movimientos en masa a través del tiempo, permite dimensionar los procesos de gestión estatal para la reducción de la exposición de la población y la infraestructura a los deslizamientos, así como los mecanismos de prevención para reducir estas amenazas. Adicionalmente, permite priorizar las medidas de gestión de riesgos y orientar el ordenamiento del territorio, incluyendo consideraciones oportunas de orden social o ambiental que reduz-

can la vulnerabilidad de las poblaciones, para prevenir o mitigar los efectos negativos de estos procesos y que propendan a la conservación del suelo, los recursos naturales que sobre él crecen y el desarrollo y bienestar que ellos pueden proveer.

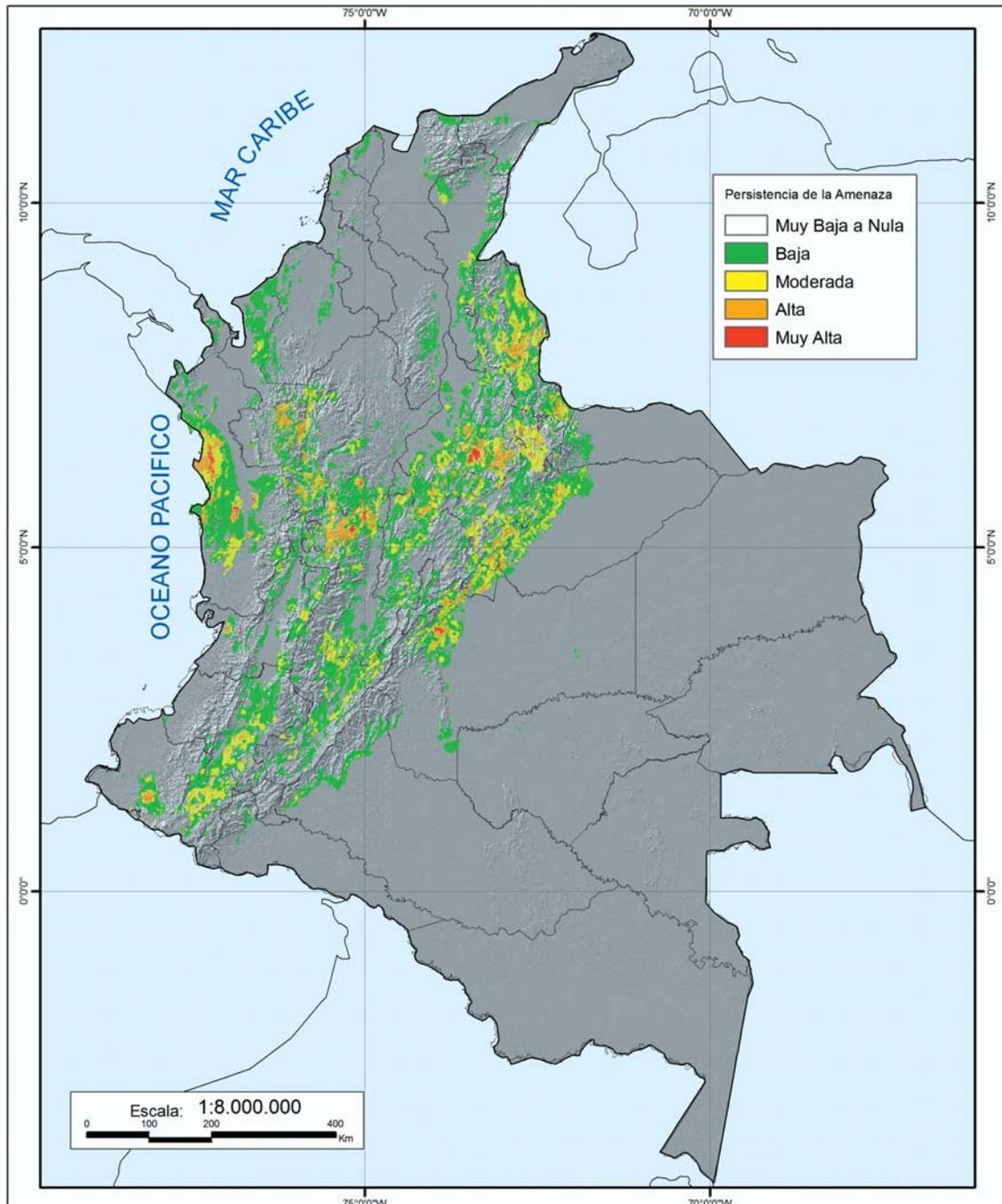
En las Figuras 2.70 y 2.71 se observa el incremento de la amenaza por deslizamientos de tierra en Colombia (julio de 2010 – mayo de 2011), durante la emergencia ocasionada por el Fenómeno La Niña.





**Figura 2.71** Mapa de persistencia de la amenaza por deslizamientos de tierra en Colombia (julio 2010– mayo 2011)

Durante la ocurrencia del fenómeno de La Niña



### **Geomorfología y estabilidad: Sistemas Morfogénicos del Territorio Colombiano**

La información geomorfológica del territorio nacional se constituye en una capa de información fundamental para diversos procesos nacionales de integración de información, como mapas de amenazas naturales, mapas de ecosistemas, ordenación de cuencas, y apoyo a los procesos de ordenación ambiental del territorio, entre otros.

Se estima que existen espacios de alta sensibilidad frente a la ocurrencia de eventos morfogénicos que representan amenazas para la población y en un sentido más amplio, de cambios en la oferta ambiental. Los espacios geográficos que se refieren a continuación deberán luego mirarse bajo la óptica de otros estudios analíticos e integrados con mayor nivel de resolución para orientar las decisiones correspondientes.

- 💧 Las áreas inundables
- 💧 Los cañones y piedemontes conexos
- 💧 Vertientes medias
- 💧 Áreas con problemas efectivos o en vía de desertificación
- 💧 La vertiente del Pacífico
- 💧 El modelado glaciar heredado
- 💧 Lagos, lagunas y embalses

Varias modificaciones rápidas de los sistemas morfogénicos se pueden incluir aquí, sin embargo, se enfatiza en los siguientes, principalmente relacionados con el cambio climático actual: Los glaciares y Los sistemas litorales e insulares.

Un tema específico que merece atención es la torrencialidad. Con base en la información disponible se infiere un aumento en los procesos torrenciales. Si bien, la torrencialidad es característica de los sistemas montañosos con sus impactos correlativos en las partes bajas, podría estarse acelerando en función de variables tales como: aumento de la deforestación y degradación de la cobertura vegetal (expansión de la frontera agrícola), expansión de las áreas en condiciones de desertificación, incremento de la temperatura de los suelos y endurecimiento de los mismos, aumento de las coberturas en pastizales y áreas urbanizadas, factores que conducen a una menor capacidad de infiltración de las agua lluvias y por lo tanto mayor velocidad del escurrimiento superficial y de sus efectos nocivos, mayor velocidad de llegada del agua de las áreas de captación a los ejes de drenaje. Correlativamente se incrementan los impactos en valles aluviales, cañones y áreas aluviales.

Los espacios señalados como prioritarios, en términos de la necesidad de estudios más detallados o de acciones dirigidas de manejo, fueron definidos únicamente según la intensidad y/o frecuencia de los procesos morfogénicos o de la posibilidad de su aceleración y deben entenderse como la base de una discusión más amplia una vez que se integren otras variables ambientales o socio económicas.



## Notas finales

- <sup>1</sup> Para 1959 y 1996 fotografías aéreas (IGAC) – 2006 imagen satelital spot (IDEAM) 1955 y 1996 fotografías aéreas (IGAC) – 2009, imagen de satélite ALOS).
- <sup>2</sup> Para 1955 y 1996 fotografías aéreas (IGAC) – 2009, imagen de satélite ALOS
- <sup>3</sup> Para 1959 y 1996 fotografías aéreas (IGAC) – 2006 imagen satelital spot (IDEAM) (1955 y 1996 fotografías aéreas (IGAC) – 2009, imagen de satélite ALOS).
- <sup>4</sup> Se puede consultar en el anexo del estudio nacional del Agua 2010 el detalle de la vulnerabilidad de cada uno de los municipios en relación a sus sistemas de captación de aguas.
- <sup>5</sup> La normatividad actual no ha definido aún los valores de referencia para variables de calidad en sedimentos, por eso se toman los valores que la legislación canadiense establece como guía de límite permisible para protección de vida acuática, que se ubican entre paréntesis frente a cada metal en los gráficos.
- <sup>6</sup> Una de las preocupaciones más generalizadas en el mundo industrializado. Se puede ver el punto de vista de esta problemática en el texto editado por la Unión Europea 2010. El medio ambiente en Europa.
- <sup>7</sup> La Unidad Dobson (UD) es un espesor teórico de la capa de ozono y se usa como una medida de la cantidad de moléculas de ozono en la estratosfera. Los valores normales de ozono en la estratosfera sobre la Antártida son del orden de las 350UD. Cuando la cantidad de ozono disminuye a valores de 220 UD se considera que es crítico por los consiguientes aumentos de radiación UV-B que lleva asociado, implicando serios riesgos para la salud humana.
- <sup>8</sup> Con base en la interpretación del 40% del territorio nacional, sobre el cual se concentraron las inundaciones.
- <sup>9</sup> El área afectada corresponde es la sumatoria de las zonas inundadas (2010 – 2011), las zonas inundables periódicamente y el área total en cuerpos de agua (Línea Base de Zonas Inundables).
- <sup>10</sup> En el 2010 se logró la consolidación de la línea base escala 1:100.000, (periodo 2000-2002) en leyenda nacional, a través de un convenio específico suscrito entre el IDEAM y el IGAC. Esta capa es resultado del proceso de integración de las áreas obtenidas en los años 2006, 2007, 2008 y 2009 en un esfuerzo interinstitucional en los que además del IDEAM participaron los institutos SINCHI, IAvH, IGAC, la UAESPNN y CORMAGDALENA.
- <sup>11</sup> Adaptado IDEAM, 2007. Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia escala 1:500.000 y su leyenda técnica. El dato de superficie continental del país fue suministrado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Subdirección de Geografía y Cartografía. Cálculos realizados por la Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental.
- <sup>12</sup> El análisis de la degradación de tierras por desertificación que permitirán una comparación entre los años 2005 y 2013 estará listo a finales del año 2014 por parte de las Instituciones que por sus funciones tienen competencias en el tema, mediante la aplicación de los protocolos para la identificación y evaluación de la degradación de los suelos y tierras del país convenidos por las mismas. El IDEAM propone el presente mapa, como un resultado preparatorio de los productos que se entregarán en el 2013.
- <sup>13</sup> Datos actualizados hasta el 31 de mayo de 2011, fecha en la que termina la influencia del fenómeno de La Niña.
- <sup>14</sup> Datos actualizados hasta el 31 de mayo de 2011, fecha en la que termina la influencia del fenómeno de La Niña.





## 3. Aspectos bióticos

### **Investigadores y Compiladores**

IDEAM – Luz Marina Arévalo, Claudia Olarte, Patricia León, Luis Gabriel Padilla, Alejandra Ruiz.

IIAP- William Klinger Brahan, Jairo Miguel Guerra Gutiérrez, Fredy Carabalí Mosquera, Giovanni Ramírez Romero

IAvH – Fernando Salazar Holguín, Julia Benavides Molineros, Luisa Fernanda Pinzón, Olga Lucía Trespalacios González

INEMAR – Adriana Gracia Clavijo, Alianis Orjuela, Carlos Villamil, Ángela López Rodríguez, Angélica María Batista Morales, Anny Zamora, Blanca Oliva Posada, Daniel M. Roza, David Alonso Carvajal, Diana Isabel Gómez López, Erika Montoya Cadavid, Giovanni Ramírez Moreno, Jesús Garay, Jiner Bolaños, Johanna Vega Sequeda, Juan Pablo Parra, Julián Betancourt, Kelly Gómez Campo, Laura Perdomo, Lizbeth Janet Vivas, Luisa Espinosa, Paula Cristina Sierra, Raúl Navas Camacho, Ricardo Esteban Ricardo, Tomás López Londoño.

SINCHI – Uriel Gonzalo Murcia García, Dairon Cárdenas López, Mariela Osorno Muñoz, Edwin Agudelo Córdoba, Juan Carlos Alonso González

### **Colaboradores**

IAvH - Óscar Orrego

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) - Rosa Elena Ramos y Alejandro Reyes Caycedo

IDEAM – María Claudia García, María Fernanda Ordóñez, Juanita González, Ivon Casallas

IIAP - Carlos Rangel

MAVDT – Pablo Manuel Hurtado

Fotografía: Héctor Raúl Pabón Méndez



### 3. Aspectos bióticos

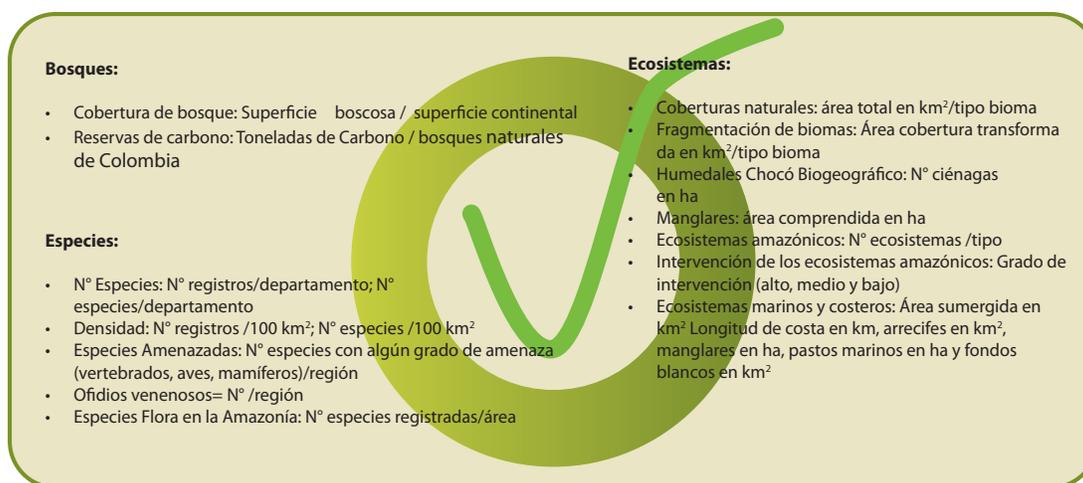
Más de un tercio del territorio continental del país se ha transformado. De acuerdo con los datos del Mapa de Ecosistemas de Colombia, para 2002 ya se había transformado el 33,7% de las coberturas naturales en los biomas del país, trayendo consigo no solo la pérdida de biodiversidad en muchas regiones sino también la alteración de los servicios ecosistémicos que sirven de soporte al bienestar de la población colombiana.

Los aspectos bióticos tratados en este capítulo se deben considerar una extensión del anterior, juntos abordan el estado del entorno natural. Debido a la importancia y singularidad del tema se separaron los enfoques sobre la biodiversidad y los ecosistemas.

El presente capítulo se realizó gracias al aporte de los diferentes Institutos de investigación del SINA, cuya área de estudios corresponde con el tema. El IAVH es el autor del análisis de fragmentación y responsable de la evaluación del estado de las especies, el SINCHI contribuye con los análisis sobre ecosistemas y especies de la Amazonía, el IIAP valida las evaluaciones generales por medio de sus análisis específicos sobre los ecosistemas y especies del Chocó Biogeográfico, el INVEMAR aportó los contenidos para el análisis de los ecosistemas marinos y el IDEAM aporta los contenidos sobre Bosques desde una perspectiva nacional.

Los indicadores de estado correspondientes al presente capítulo se pueden categorizar en general como de extensión, de integridad, riqueza, distribución y representatividad taxonómica y geográfica de la biodiversidad colombiana en el nivel de especies, que han sido centrales para caracterizar, las condiciones actuales de los bosques, ecosistemas y biodiversidad a nivel nacional. De la misma forma, tales tipos de indicadores sustentan la exposición de los resultados de los del estado de biodiversidad en el Chocó Biogeográfico, Amazonía y de los ecosistemas marinos y costeros, con un mayor detalle. (Figura 3.1)

**Figura 3.1 Mapa de indicadores de estado de la biodiversidad**



### 3.1 Coberturas de Bosques en Colombia

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO, 2010 “los bosques abarcan el 31% de la superficie total de la tierra, es decir aproximadamente 4 mil millones de hectáreas”. En Colombia esta superficie corresponde a 69.555.974 ha<sup>1</sup> y está representada en tres grandes coberturas: Bosques naturales entendidos como comunidades vegetales dominadas por árboles de altura promedio superior a 5 m y con densidad de copas superior al 70% y una extensión mayor a las 50 ha. Incluye bosques densos, fragmentados, de galería o riparios y manglares, estos últimos son comunidades vegetales adaptadas a condiciones de altas concentraciones de sal que se ubican en la interface marina y de tierra firme y necesitan también de aportes de agua dulce, (Guevara - Mancera et ál., 1998); Vegetación secundaria corresponde a vegetación de baja altura que generalmente es producto del proceso de sucesión de pastos o cultivos, hacia coberturas arbóreas, incluye rastrojos y cobertura vegetal en estado de sucesión temprano y los Bosques plantados de latifoliadas y coníferas (IDEAM, et ál., 2007).

La inclusión de la categoría de vegetación secundaria, se debe a los criterios definidos en la leyenda técnica del mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia, 2007, en la cual se adopta la definición de la FAO, 2001, sobre

Bosque natural que hace que este tipo de vegetación quede registrado como bosques. Igualmente, este criterio aplica para la definición de Bosques plantados. Tabla 3.1.

Como se observa en la tabla, las coberturas boscosas en el país corresponde al 60,92% de la superficie continental del país de las cuales el 53,64% están conformadas por bosques naturales, mientras que los bosques plantados tienen una baja representatividad a nivel nacional 0,14%.

#### 3.1.1 Superficies y proporción de bosques por ecosistemas y departamento

A nivel de ecosistemas, la mayor parte de los bosques naturales del país se ubican en el zono bioma húmedo tropical de la Amazonía y Orinoquía (42,3%), el litobioma de la Amazonía–Orinoquía (9,4%), el helobioma Amazonía–Orinoquía (8,9%), los orobiomas bajo (5,1%) y medio de los andes (4,4%) y el peinobioma de la Amazonía y Orinoquía (4,24 %).

Los Bosques Basales muy húmedos tropicales (zono bioma húmedo tropical de la Amazonía y Orinoquía, litobioma de la Amazonía–Orinoquía y helobioma Amazonía–Orinoquía) se encuentran ubicados principalmente sobre diferentes unidades geomorfológicas a saber: lomerío fluviogravitacional y estructural erosional, planicies aluviales, altiplanicie estructural erosional, superficies de apla-

**Tabla 3.1 Superficie y proporción del bosque, según tipo de bosque 2007**

Tipo de bosque	Superficie (ha)	Proporción respecto a la superficie total de bosque (%)	Proporción respecto a la superficie continental (%)
Bosque natural	61.246.659	88,05	53,64
Vegetación secundaria	8.148.154	11,71	7,14
Bosque plantado	161.161	0,23	0,14
Bosque total	69.555.974	100,00	60,92
Otras coberturas	-----	-----	39,08
<b>Total</b>	114.174.800	-----	100,00



namiento y piedemonte, aluvial y coluvio-aluvial (IDEAM, et ál., 2007), que aunadas a sus características climáticas (temperaturas promedio por encima de 24 °C y precipitaciones superiores a 1.500 msnm) los posiciona como uno de los *hotspots* de diversidad del mundo debido a su alta diversidad regional –diversidad gamma– (Churchill et ál. 1995, Myers et ál., 2000).

Bosques del orobioma medio y bajos (Andinos según terminología de Rangel (1995)). Se encuentran por encima de 1.800 y hasta los 2.700 msnm, en el caso de los primeros y entre 700 y 1.700 msnm para los bajos. De acuerdo con el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - IAVH, 2008, incluye bosques basales densos bajos y medios los cuales, estructural y fisonómicamente, se caracterizan por la presencia de un estrato arbóreo con alturas que alcanzan los 20 a 35 m. Presentan diferentes grados de estacionalidad dependiendo de los ciclos de lluvias, con materia orgánica

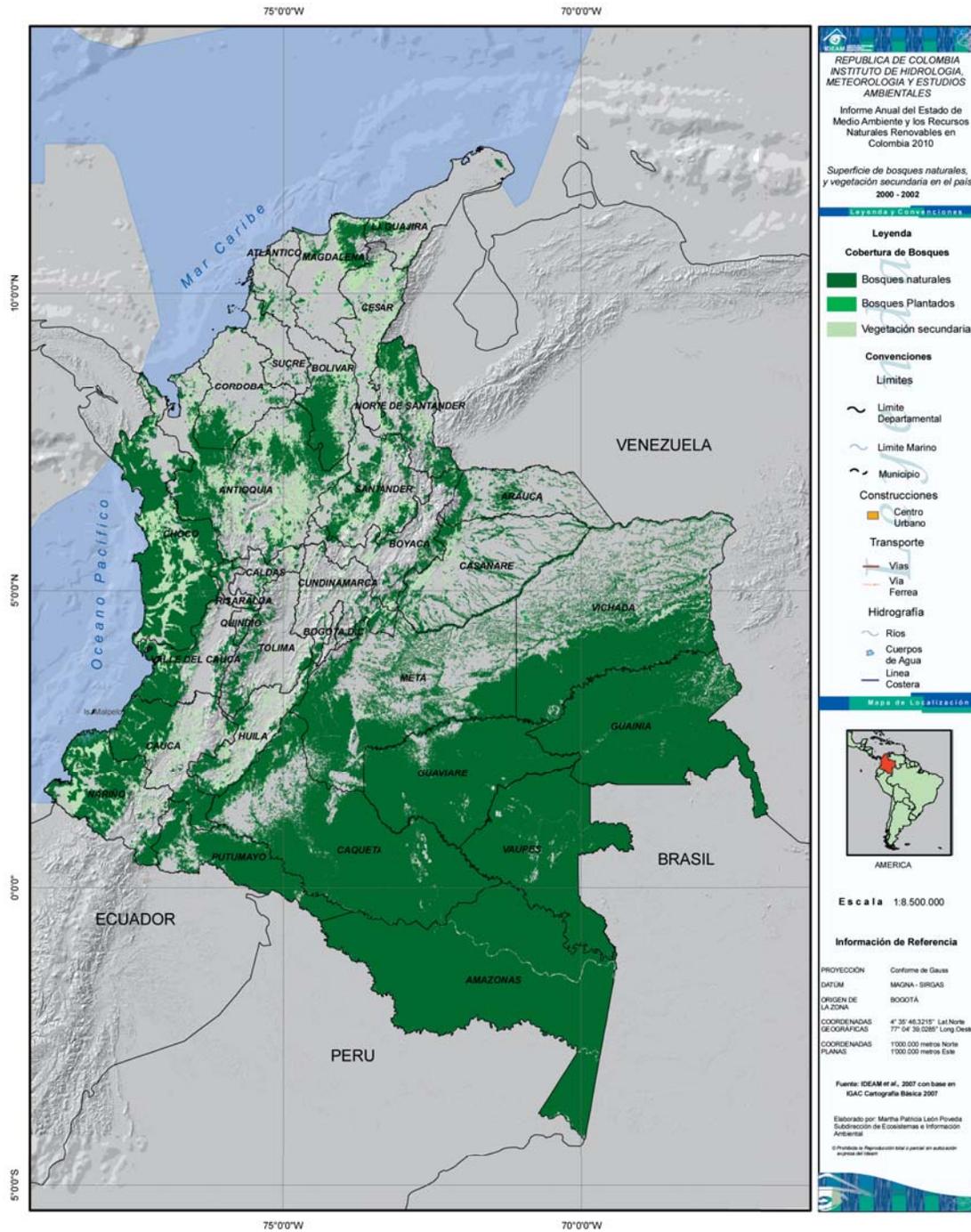
acumulada en el suelo y productividad elevada, sobre todo los que tienen influencia de cenizas volcánicas. A nivel de composición, en el límite inferior de esta franja confluyen elementos de los bosques basales y de los montanos andinos y altoandinos (Gentry 1995) y por tanto la diversidad puede ser comparable o incluso superior a la de los bosques de zonas basales por el llamado efecto de masa (Shmida & Wilson 1985).

Aunque en menor proporción (1%), los ecosistemas de bosque de los orobiomas altos (bosques montanos altos o altoandinos según terminología de Rangel (1995), constituyen el límite superior en términos altitudinales de la vegetación arbórea. Estos bosques presentes en alturas por encima de 2.700 a 2.800 msnm llegan hasta el límite arbóreo, cerca de los 3.200 msnm en condiciones favorables. Se caracterizan por su gran abundancia de epífitas y musgos que se encuentran especialmente envolviendo ramas, bejucos y árboles de diámetro pequeño. (INDERENA & IGAC, 1984).



Fotografía: Héctor Raúl Pabón Méndez

**Figura 3.2** Mapa de Superficie de bosque natural y vegetación secundaria en Colombia 2010



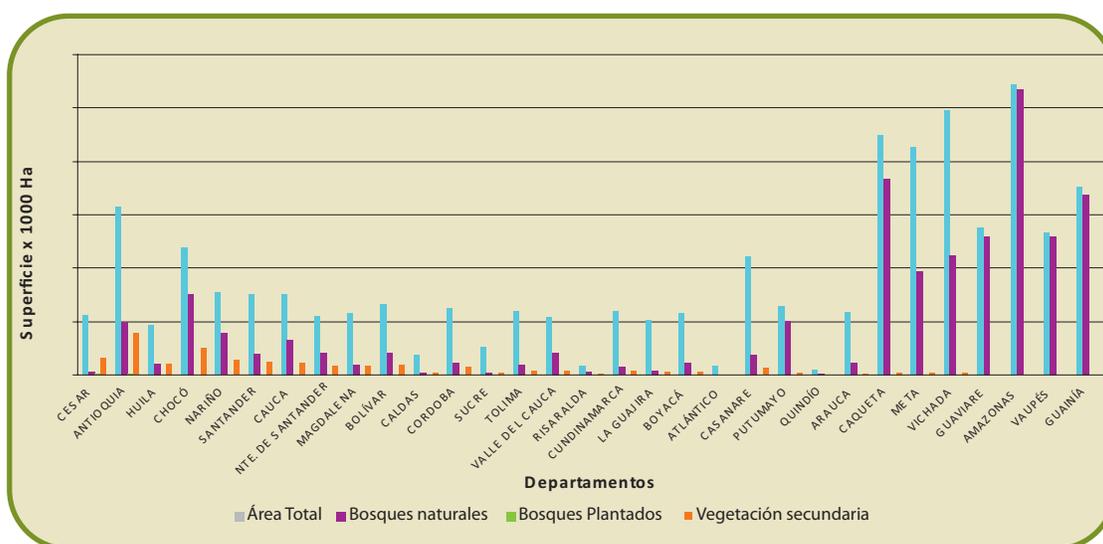
Fuente: Adaptado IDEAM et ál, 2007.



Antioquía y Cesar son los departamentos con mayor número de hectáreas de cobertura de bosques plantados 33.606 ha y 24.819 ha, respectivamente (Figura 3.3); luego se encuentran Magdalena (17.688 ha) y Valle del Cauca (15.926 ha).

En cuanto a la vegetación secundaria, en el departamento del César esta representa aproximadamente el 30% de su área y para Antioquia, Huila y Chocó alrededor del 20% de la superficie. Vichada, Guaviare, Amazonas, Vaupés y Guainía son los departamentos con menor proporción de vegetación secundaria en su área.

**Figura 3.3 Superficie de coberturas boscosas por departamentos**



Fuente: IDEAM et ál., 2007.

De las 61.246.659 ha de bosque natural existentes en el país, 70% están bajo categoría de Reservas Forestales de Ley 2ª; 43,24% corresponden a resguardos indígenas, 15,25% son áreas protegidas del sistema de parques nacionales naturales

y 5,49% son territorios colectivos de comunidades afrodescendientes, evidenciándose así la superposición de diferentes figuras jurídicas para el manejo de los bosques naturales en Colombia. Tabla 3.2. ✓

**Tabla 3.2 Superficie de Bosque natural para diferentes tipos de ordenamiento jurídico en Colombia**

Categorías de Ordenamiento jurídico	Superficie total (ha)	Superficie de bosque natural (ha)
Territorios colectivos de comunidades afrodescendientes	5.182.482	3.361.645
Resguardos indígenas	30.571.640	26.485.028
Áreas protegidas del Sistema de Parques Nacionales Naturales	12.606.730	9.338.137
Reservas Forestales de Ley 2ª	51.376.621	42.871.608

### 3.1.2 Reservas potenciales de carbono almacenado en la biomasa aérea de los bosques naturales de Colombia

El último informe del IPCC ha sido enfático en señalar la importancia de determinar los contenidos de carbono almacenados en la biomasa de los bosques naturales, aunque esto requiera todavía el desarrollo de métodos científicos que permitan estimar adecuadamente la distribución de la biomasa en diferentes escalas espaciales, y las incertidumbres asociadas (DeFries et ál. 2007, Gibbs et ál. 2007, Pearson et ál. 2005). Hasta ahora las estimaciones que se han hecho a escalas nacionales son gruesas con grados de incertidumbre altos (Achar et ál. 2007).

Durante el año 2010 el IDEAM en el marco del proyecto "Capacidad Institucional Técnica y Científica para apoyar proyectos de Reducción de Emisiones por Deforestación (REDD) en Colombia (Phillips et ál., IDEAM 2011)"<sup>2</sup>, realizó la estimación de las reservas potenciales de carbono en los bosques naturales de Colombia, a partir de información generada en 2.791 levantamientos florísticos e inventarios forestales rea-

lizados en parcelas de diferente tamaño, establecidas en las últimas dos décadas en el país (1990-2010), que equivale a un área muestreada de ca. 703 ha.

Los resultados muestran que la biomasa aérea de los bosques naturales del país varía entre  $96,2 \pm 30,4 \text{ t ha}^{-1}$  y  $258,9 \pm 28,0 \text{ t ha}^{-1}$ . Respecto al carbono almacenado en la biomasa aérea, este varía entre  $48,1 \text{ t C ha}^{-1}$  y  $129,4 \text{ t C ha}^{-1}$  (Tabla 3.3 y Figura 3.4).

La estimación de contenidos o reservas totales de carbono empleando un nivel de detalle intermedio (Tier<sup>3</sup> 2, según el IPCC 2006) muestra que el potencial total de carbono almacenado en la biomasa aérea de los bosques naturales de Colombia asciende a 7.232.188.237 t C (equivalente a 26.542.130.828 t CO<sub>2</sub>e).

Empleando la leyenda por zonas de vida de Holdridge, con una incertidumbre asociada de 12,8%. Este valor se encuentra dentro del rango reportado para los bosques de Colombia (2.529–11.467 millones de t C) en otros estudios (Olson et ál. 1983, Gibbs 2006, Gibbs et ál. 2007), y se acercan a los reportados recientemente por Cardona et ál. (2001), Anaya et ál. (2009) e IDEAM (2009)<sup>4</sup>.

**Tabla 3.3. Resultados de la estimación de la biomasa aérea y contenido de carbono almacenado en bosques naturales de Colombia por zona de vida**

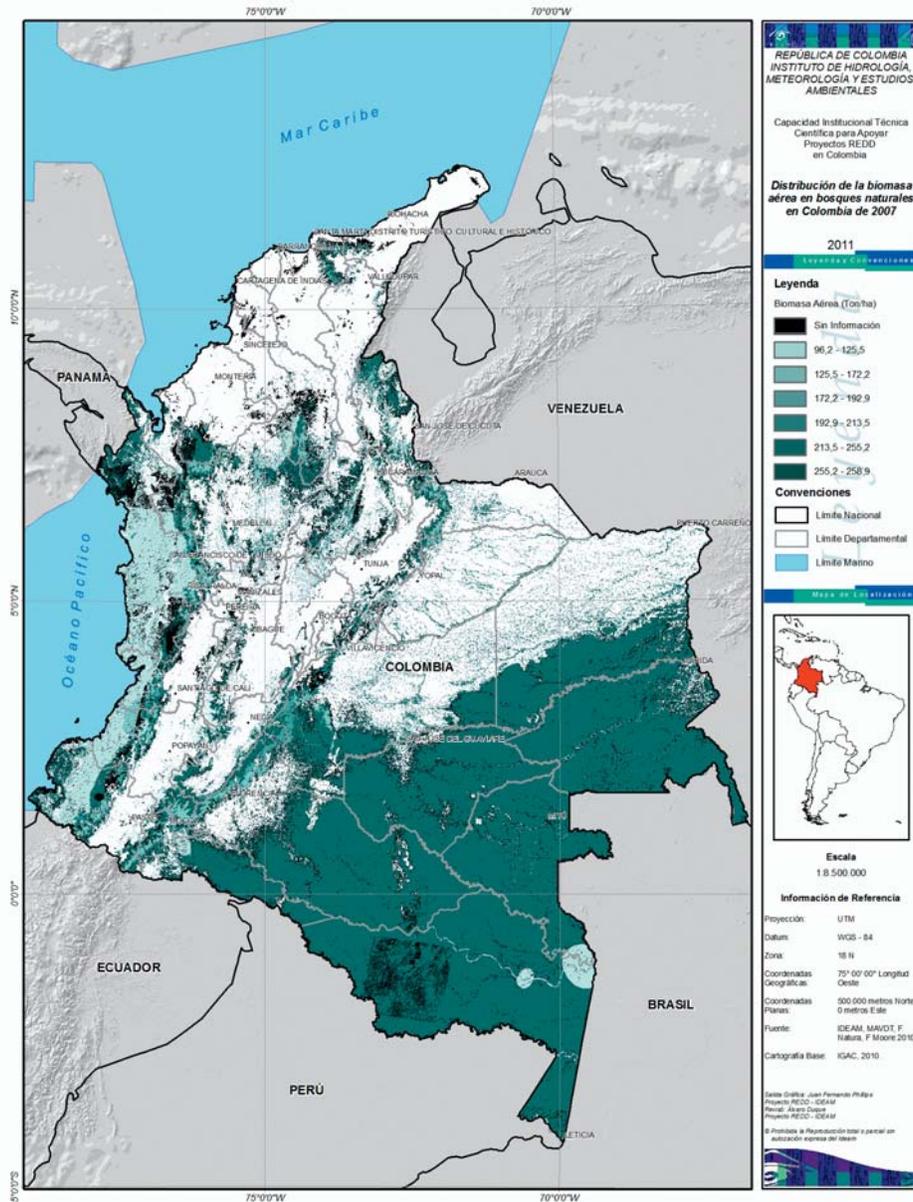
Tipo de bosque	Cód.	Ext.	BA <sub>j</sub>	I.C.	t BA	t C ha <sup>-1</sup>	t C	t CO <sub>2</sub> e
Bosque seco tropical	bs-T	735.514	96,2	30,4	70.741.313	48,1	35.370.657	129.810.310
Bosque húmedo tropical	bh-T	45.377.140	258,9	28,0	11.746.982.370	129,4	5.873.491.185	21.555.712.650
Bosque muy húmedo tropical	bmh-T	5.077.274	164,1	33,6	833.170.522	82,0	416.585.261	1.528.867.908
Bosque pluvial tropical	bp-T	172.079	172,2	39,5	29.634.292	86,1	14.817.146	54.378.925
Bosque húmedo pre-montano	bh-PM	1.094.798	193,0	41,3	211.285.876	96,5	105.642.938	387.709.583
Bosque muy húmedo pre-montano	bmh-PM	2.509.018	191,4	67,2	480.335.503	95,7	240.167.751	881.415.647
Bosque pluvial pre-montano	bp-PM	606.896	213,5	47,8	129.579.389	106,8	64.789.695	237.778.180
Bosque húmedo montano bajo	bh-MB	1.612.437	257,6	50,3	415.398.849	128,8	207.699.424	762.256.888
Bosque muy húmedo montano bajo	bmh-MB	1.627.172	255,2	20,1	415.333.913	127,6	207.666.956	762.137.730
Bosque muy húmedo montano	bmh-M	1.051.385	125,5	22,0	131.914.445	62,7	65.957.223	242.063.007
Total		59.863.713	241,6	-	14.464.376.472	120,8	7.232.188.237	26.542.130.828

Convenciones: Cod. = Código asignado al tipo de bosque; Ext. = Extensión del bosque en Colombia (ha); BA<sub>j</sub> = Promedio de biomasa aérea (t ha<sup>-1</sup>); I.C. = Intervalo de confianza calculado para el promedio de biomasa aérea ( $\alpha=0,05$ ) (t ha<sup>-1</sup>); t BA = Biomasa aérea total estimada para cada bosque (t); t C ha<sup>-1</sup> = promedio de carbono (t ha<sup>-1</sup>); t C = total de carbono (t); t CO<sub>2</sub>e = dióxido de carbono equivalente (t).

Fuente: Zonas de vida, IDEAM 2005.



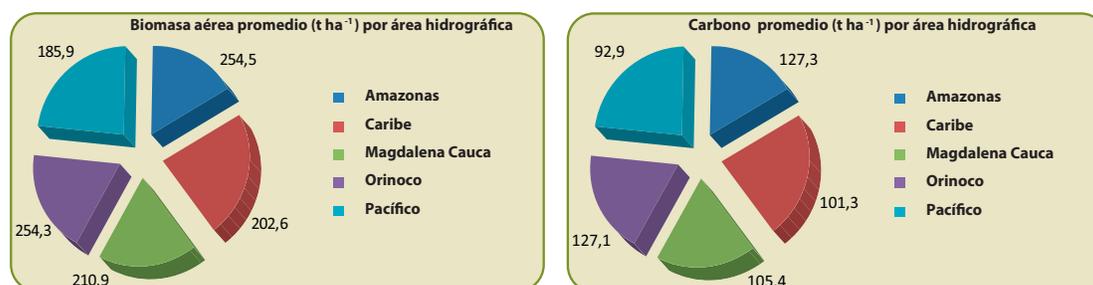
**Figura 3.4** Distribución de la biomasa aérea en bosques naturales en Colombia empleando la leyenda de estratificación basada en las zonas de vida de Holdridge (*sensu* IDEAM 2005)



De acuerdo con los cálculos obtenidos por área hidrográfica (IDEAM 2008), se observa que las cuencas del Amazonas, del Orinoco y del Magdalena-Cauca son las que mayor contenido de carbono presentan en la biomasa aérea de sus bosques, seguida por las áreas hidrográficas del Caribe y del Pacífico, respec-

tivamente (Tabla 3.4 y Figura 3.5). Es importante resaltar que los bajos contenidos de carbono obtenidos para los bosques naturales del Pacífico, sugieren que las coberturas boscosas naturales están degradadas, lo que se ve reflejada en la información de las parcelas analizadas.

**Figura 3.5** Biomasa aérea (izq.) y contenidos de carbono promedio (der.) en cada una de las regiones naturales



**Tabla 3.4.** Resultados de la estimación de biomasa aérea / reservas de carbono en bosques naturales empleando una leyenda por zonas de vida (IDEAM 2005) por área hidrográfica (IDEAM 2008) en Colombia

Área hidrográfica	Zona de vida	Área (ha)	Biomasa Área (t ha <sup>-1</sup> )	Biomasa aérea total (t)	Carbono (t ha <sup>-1</sup> )	Carbono total (t)	CO <sub>2</sub> e total (t)
Amazonas	Bosque seco tropical	5.492,8	96,2	528.298,4	48,1	264.149,2	969.427,6
	Bosque húmedo tropical	27.958.743,4	258,9	7.237.804.395,5	129,4	3.618.902.197,8	13.281.371.065,7
	Bosque muy húmedo tropical	642.379,1	164,1	105.413.126,0	82,0	52.706.563,0	193.433.086,3
	Bosque húmedo premontano	163.251,8	193,0	31.506.081,2	96,5	15.753.040,6	57.813.659,0
	Bosque muy húmedo premontano	510.833,5	191,4	97.795.815,8	95,7	48.897.907,9	179.455.321,9
	Bosque pluvial pre-montano	34.609,0	213,5	7.389.438,2	106,8	3.694.719,1	13.559.619,1
	Bosque húmedo montano bajo	293.482,4	257,6	75.607.423,8	128,8	37.803.711,9	138.739.622,7
	Bosque muy húmedo montano bajo	269.733,7	255,2	68.849.260,1	127,6	34.424.630,0	126.338.392,2
	Bosque muy húmedo montano	156.772,6	125,5	19.669.829,3	62,7	9.834.914,7	36.094.136,8
	<b>Subtotal</b>	<b>30.035.298,4</b>	<b>254,5</b>	<b>7.644.563.668,3</b>	<b>127,3</b>	<b>3.822.281.834,2</b>	<b>14.027.774.331,4</b>
Caribe	Bosque seco tropical	266.248,3	96,2	25.607.612,2	48,1	12.803.806,1	46.989.968,3
	Bosque húmedo tropical	1.211.279,0	258,9	313.569.188,5	129,4	156.784.594,2	575.399.460,9
	Bosque muy húmedo tropical	1.270.040,1	164,1	208.411.044,6	82,0	104.205.522,3	382.434.266,9



Continuación

Área hidrográfic	Zona de vida	Área (ha)	Biomasa Área (t ha <sup>-1</sup> )	Biomasa aérea total (t)	Carbono (t ha <sup>-1</sup> )	Carbono total (t)	CO <sub>2</sub> e total (t)
Caribe	Bosque pluvial tropical	25.759,9	172,2	4.436.204,6	86,1	2.218.102,3	8.140.435,4
	Bosque húmedo premontano	181.871,1	193,0	35.099.438,5	96,5	17.549.719,3	64.407.469,6
	Bosque muy húmedo premontano	376.910,7	191,4	72.157.148,6	95,7	36.078.574,3	132.408.367,8
	Bosque pluvial pre-montano	68.109,7	213,5	14.542.226,6	106,8	7.271.113,3	26.684.985,9
	Bosque húmedo montano bajo	101.892,8	257,6	26.249.796,5	128,8	13.124.898,3	48.168.376,6
	Bosque muy húmedo montano bajo	215.138,8	255,2	54.913.961,9	127,6	27.456.981,0	100.767.120,1
	Bosque muy húmedo montano	23.817,9	125,5	2.988.366,6	62,7	1.494.183,3	5.483.652,6
	<b>Subtotal</b>	<b>3.741.068,4</b>	<b>202,6</b>	<b>757.974.988,6</b>	<b>101,3</b>	<b>378.987.494,3</b>	<b>1.390.884.104,2</b>
Magdalena Cauca	Bosque seco tropical	318.779,8	96,2	30.660.062,8	48,1	15.330.031,4	56.261.215,3
	Bosque húmedo tropical	1.347.156,6	258,9	348.744.436,4	129,4	174.372.218,2	639.946.040,8
	Bosque muy húmedo tropical	371.432,8	164,1	60.951.377,2	82,0	30.475.688,6	111.845.777,1
	Bosque húmedo premontano	460.533,0	193,0	88.878.584,5	96,5	44.439.292,3	163.092.202,6
	Bosque muy húmedo premontano	828.672,3	191,4	158.644.012,3	95,7	79.322.006,1	291.111.762,6
	Bosque pluvial pre-montano	109.261,7	213,5	23.328.668,3	106,8	11.664.334,2	42.808.106,3
	Bosque húmedo montano bajo	896.752,8	257,6	231.022.953,6	128,8	115.511.476,8	423.927.119,9
	Bosque muy húmedo montano bajo	564.986,7	255,2	144.212.280,7	127,6	72.106.140,4	264.629.535,2
	Bosque muy húmedo montano	628.179,1	125,5	78.815.905,1	62,7	39.407.952,6	144.627.185,9
	<b>Subtotal</b>	<b>5.525.754,7</b>	<b>210,9</b>	<b>1.165.258.281,0</b>	<b>105,4</b>	<b>582.629.140,5</b>	<b>2.138.248.945,7</b>
Orinoco	Bosque seco tropical	18.823,1	96,2	1.810.398,6	48,1	905.199,3	3.322.081,4
	Bosque húmedo tropical	14.183.978,4	258,9	3.671.869.658,6	129,4	1.835.934.829,3	6.737.880.823,6

Continuación

Área hidrográfrica	Zona de vida	Área (ha)	Biomasa Área (t ha <sup>-1</sup> )	Biomasa aérea total (t)	Carbono (t ha <sup>-1</sup> )	Carbono total (t)	CO <sub>2</sub> e total (t)
Orinoco	Bosque muy húmedo tropical	62.656,6	164,1	10.281.815,2	82,0	5.140.907,6	18.867.130,9
	Bosque húmedo premontano	115.977,0	193,0	22.382.492,2	96,5	11.191.246,1	41.071.873,3
	Bosque muy húmedo premontano	470.771,6	191,4	90.126.208,7	95,7	45.063.104,3	165.381.593,0
	Bosque pluvial pre-montano	157.395,9	213,5	33.605.888,3	106,8	16.802.944,1	61.666.805,0
	Bosque húmedo montano bajo	212.201,5	257,6	54.667.708,9	128,8	27.333.854,4	100.315.245,8
	Bosque muy húmedo montano bajo	373.765,5	255,2	95.403.256,9	127,6	47.701.628,4	175.064.976,4
	Bosque muy húmedo montano	110.412,6	125,5	13.853.164,3	62,7	6.926.582,1	25.420.556,5
	<b>Subtotal</b>	<b>15.705.982,2</b>	<b>254,3</b>	<b>3.994.000.591,7</b>	<b>127,1</b>	<b>1.997.000.295,8</b>	<b>7.328.991.085,7</b>
Pacífico	Bosque seco tropical	126.169,8	96,2	12.134.941,5	48,1	6.067.470,8	22.267.617,7
	Bosque húmedo tropical	675.982,9	258,9	174.994.691,3	129,4	87.497.345,7	321.115.258,5
	Bosque muy húmedo tropical	2.730.765,4	164,1	448.113.159,2	82,0	224.056.579,6	822.287.647,2
	Bosque pluvial tropical	146.318,8	172,2	25.198.087,2	86,1	12.599.043,6	46.238.490,0
	Bosque húmedo premontano	173.165,2	193,0	33.419.279,7	96,5	16.709.639,8	61.324.378,2
	Bosque muy húmedo premontano	321.830,1	191,4	61.612.317,3	95,7	30.806.158,6	113.058.602,2
	Bosque pluvial pre-montano	237.519,2	213,5	50.713.167,9	106,8	25.356.584,0	93.058.663,2
	Bosque húmedo montano bajo	108.108,0	257,6	27.850.966,0	128,8	13.925.483,0	51.106.522,7
	Bosque muy húmedo montano bajo	203.547,0	255,2	51.955.153,1	127,6	25.977.576,6	95.337.706,0
	Bosque muy húmedo montano	132.203,3	125,5	16.587.180,1	62,7	8.293.590,1	30.437.475,6
	<b>Subtotal</b>	<b>4.855.609,6</b>	<b>185,9</b>	<b>902.578.943,4</b>	<b>92,9</b>	<b>451.289.471,7</b>	<b>1.656.232.361,2</b>
<b>Total</b>	<b>59.863.713,3</b>	<b>241,6</b>	<b>14.464.376.473,1</b>	<b>120,8</b>	<b>7.232.188.236,5</b>	<b>26.542.130.828,1</b>	

Convenciones: Biomasa = Promedio ponderado de biomasa aérea; Biomasa total = Biomasa aérea total estimada; Carbono = Promedio de carbono; Carbono total = Reservas estimadas de carbono almacenado en la biomasa aérea; CO<sub>2</sub>e total= Dióxido de carbono equivalente que aún no ha sido emitido a la atmósfera; † = Promedio de promedios; S/I = Sin información.



## 3.2 Ecosistemas y Biodiversidad

Por sus características geográficas, históricas, culturales y sociopolíticas, entre otras, Colombia conforma un mosaico ecológico de riqueza y complejidad incomparables: su posición ecuatorial, sus mares, islas, costas y llanuras en el Pacífico y en el Caribe; los Andes ramificados en las tres cordilleras, Occidental, Central y Oriental, que forman las cuencas y los valles del Magdalena, el Cauca y numerosos afluentes; las sierras, serranías y cerros aislados de Santa Marta, La Macuira, La Macarena, Baudó, Chiribiquete, Naquén, Taraira y muchos más; los grandes ríos de la Amazonía, la Orinoquía y el Pacífico; sus lagos, lagunas, ciénagas y humedales y su diversidad de climas que van desde cálidos y áridos hasta pluviales y nivales, la destacan entre los 17 países declarados como megadiversos por albergar, en su conjunto, más del 70% de la biodiversidad del planeta.

### 3.2.1 Ecosistemas, cambios en los Biomas terrestres en Colombia, forma y velocidad<sup>5</sup>

La transformación de ecosistemas naturales resultante de las actividades humanas es una de las prin-

cipales causas directas de pérdida de biodiversidad. Los hábitats naturales son transformados por actividades como la ampliación de la frontera agrícola, la extracción de madera o la construcción de obras civiles. Sin embargo, la transformación de ecosistemas naturales no siempre es total. Con frecuencia, la deforestación de un área es parcial, lo cual resulta en la creación de paisajes fragmentados en los cuales quedan algunos fragmentos de vegetación natural, inmersos en una matriz de hábitats antropogénicos.

A pesar de que permanecen algunos fragmentos de hábitat natural, la fragmentación puede causar uno o varios de los siguientes impactos, los cuales forman una cadena de causas y efectos (IAVH 1998).

Eliminación de hábitats y de los organismos asociados, aislamiento de poblaciones en los fragmentos de hábitats remanentes, alteración de interacciones entre especies, efectos notables para especies que requieren áreas grandes de hábitat continuo para mantener poblaciones viables, alteración de los flujos de energía y materia, cambios en el clima local y extinciones locales o regionales.

Los resultados de los indicadores de fragmentación calculados para este Informe se presentan en la Tabla 3.5 y en la Figura 3.6.

**Tabla 3.5 Indicadores de fragmentación de las coberturas naturales en los biomas**

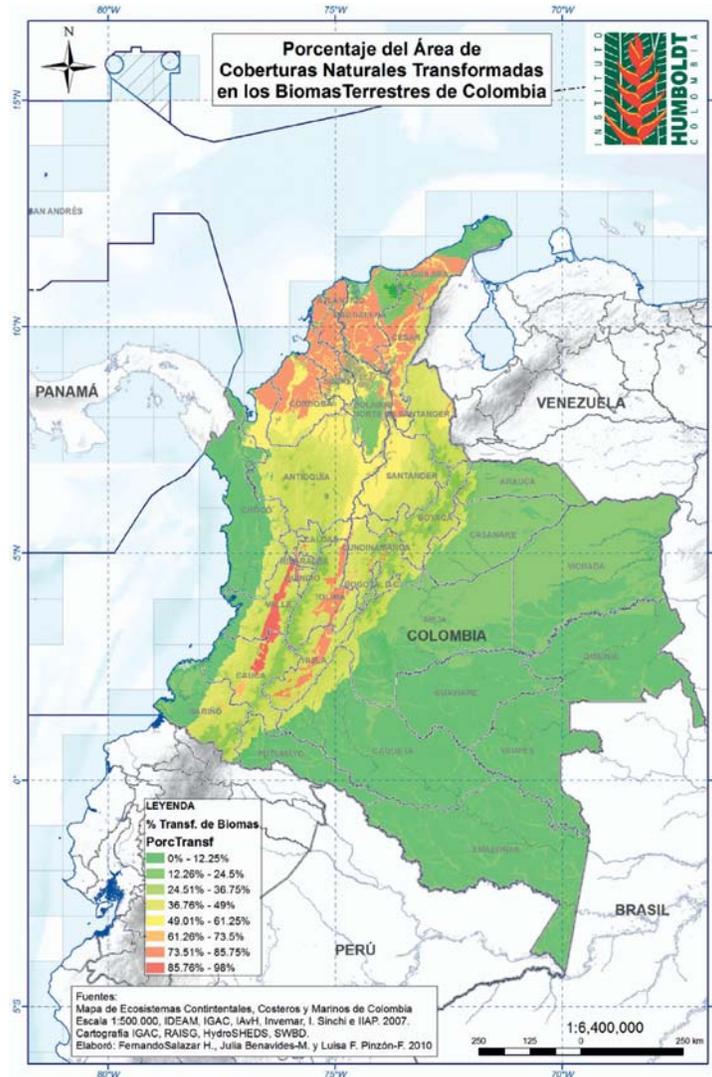
Bioma	Área total del bioma (km <sup>2</sup> )	Área de cobertura transformada (km <sup>2</sup> )	% de área transformada	Número de fragmentos no transformados (NF)	Tamaño medio de los fragmentos (TMF) (km <sup>2</sup> )	Desviación estándar del tamaño de los fragmentos (DEF)(km <sup>2</sup> )	Coefficiente de variación del tamaño de los fragmentos (CVTF)(%)	Densidad de fragmentos (DF) (No./km <sup>2</sup> )	Distancia media al fragmento vecino más cercano (DMVC)(km)
Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta	6.677,6	120,0	1,8	26,0	252,2	1.162,8	461,0	38,9	291,6
Helobioma de La Guajira	905,1	1,7	0,2	32,0	28,2	23,3	82,6	353,6	0,0
Zonobioma seco tropical del Caribe	55.591,4	41.784,8	75,2	1.008,0	13,7	95,4	696,7	181,3	661,6
Halobioma del Caribe	3.984,6	792,2	19,9	273,0	11,7	106,6	911,2	685,1	150,8
Zonobioma altermohigrico y/o subxerofítico tropical del Alto Magdalena	10.279,6	8.083,6	78,6	202,0	10,9	36,4	334,8	196,5	1.097,0
Zonobioma altermohigrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	5.453,5	4.908,1	90,0	92,0	5,9	9,9	167,1	168,7	1.097,7
Helobioma del Valle del Cauca	1.401,6	1.373,9	98,0	7,0	4,0	2,1	53,0	49,9	2.254,9
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonía - Orinoquía	321.131,2	19.115,5	6,0	918,0	329,0	5.453,5	1.657,6	28,6	359,3
Helobioma Amazonía - Orinoquía	116.671,8	19.426,2	16,7	1.160,0	83,8	1.478,6	1.763,7	99,4	350,6
Peinobioma de la Amazonía - Orinoquía	121.602,7	20.441,8	16,8	989,0	102,3	1.238,7	1.211,0	81,3	886,2
Litobioma de la Amazonía - Orinoquía	72.549,3	166,0	0,2	115,0	629,4	1.939,3	308,1	15,9	146,4
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico - Atrato	34.314,7	3.507,6	10,2	175,0	176,0	753,8	428,2	51,0	454,4
Helobioma Pacífico - Atrato	12.761,4	1.880,7	14,7	139,0	78,3	494,5	631,7	108,9	206,9
Halobioma del Pacífico	5.036,9	205,0	4,1	395,0	12,2	61,6	503,4	784,2	50,7
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena - Caribe	33.999,3	18.058,2	53,1	643,0	24,8	196,3	791,8	189,1	646,0
Helobioma Magdalena - Caribe	33.300,5	16.601,0	49,9	637,0	26,2	422,4	1.611,1	191,3	1.089,8
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo	2.553,3	1.131,6	44,3	44,0	32,3	145,7	451,0	172,3	909,1
Helobioma del río Zulia	132,5	117,9	89,0	4,0	3,6	3,5	96,5	301,9	5.470,0
Orobioma bajo de los Andes	143.152,5	60.696,4	42,4	1.382,0	59,7	628,2	1.052,8	96,5	1.066,8
Orobioma medio de los Andes	75.697,4	33.338,2	44,0	983,0	43,1	365,3	847,7	129,9	459,2
Orobioma alto de los Andes	41.834,9	11.574,0	27,7	358,0	84,5	585,5	692,7	85,6	211,3
Orobioma azonal de Cúcuta	1.102,4	615,0	55,8	18,0	27,1	87,2	322,1	163,3	627,3
Orobioma azonal del río Dagua	59,6	0,0	0,0	1,0	59,6	0,0	0,0	167,6	0,0
Orobioma azonal del río Sogamoso	443,3	122,1	27,5	7,0	45,9	78,2	170,5	157,9	1.736,2
Orobioma azonal del valle del Patía	1.243,0	795,2	64,0	28,0	16,0	55,8	348,7	225,3	447,8
Helobiosas andinos	333,5	303,9	91,1	3,0	9,9	11,8	119,5	90,0	0,0
Orobioma de San Lucas	8.573,6	1.172,6	13,7	28,0	264,3	1.336,7	505,7	32,7	269,8
Orobioma de La Macarena	2.994,9	130,2	4,3	6,0	477,4	1.047,9	219,5	20,0	30,2
Orobioma del Baudó - Darién	12.883,2	600,2	4,7	28,0	438,7	2.063,8	470,5	21,7	680,5



Continuación

Bioma	Área total del bioma (km <sup>2</sup> )	Área de cobertura transformada (km <sup>2</sup> )	% de área transformada	Número de fragmentos no transformados (NF)	Tamaño medio de los fragmentos (TMF) (km <sup>2</sup> )	Desviación estándar del tamaño de los fragmentos (DETF)(km <sup>2</sup> )	Coefficiente de variación del tamaño de los fragmentos (CVTF)(%)	Densidad de fragmentos (DF)(No./km <sup>2</sup> )	Distancia media al fragmento vecino más cercano (DIMVC)(km)
Orobioma bajo de la Sierra Nevada de Santa Marta y La Macuira	9.945,0	2.023,7	20,3	42,0	188,6	937,1	496,9	42,2	159,8
Orobioma medio de la Sierra Nevada de Santa Marta	1.741,5	447,4	25,7	13,0	99,5	209,0	210,0	74,6	304,0
Orobioma alto de la Sierra Nevada de Santa Marta	1.576,2	56,2	3,6	2,0	760,0	757,1	99,6	12,7	214,6
Bioma insular del Caribe	49,6	25,9	52,2	5,0	4,7	8,1	171,0	1.008,4	364,5
Bioma insular del Pacífico	0,1	0,0	0,0	1,0	0,1	0,0	0,0	97.390,5	0,0
Suma / promedio	1.139.977,7	269.616,8	33,7	9.764,0	129,5	641,1	526,1	3.041,7	667,5

Figura 3.6 Mapa Indicadores de fragmentación de las coberturas naturales en los biomas

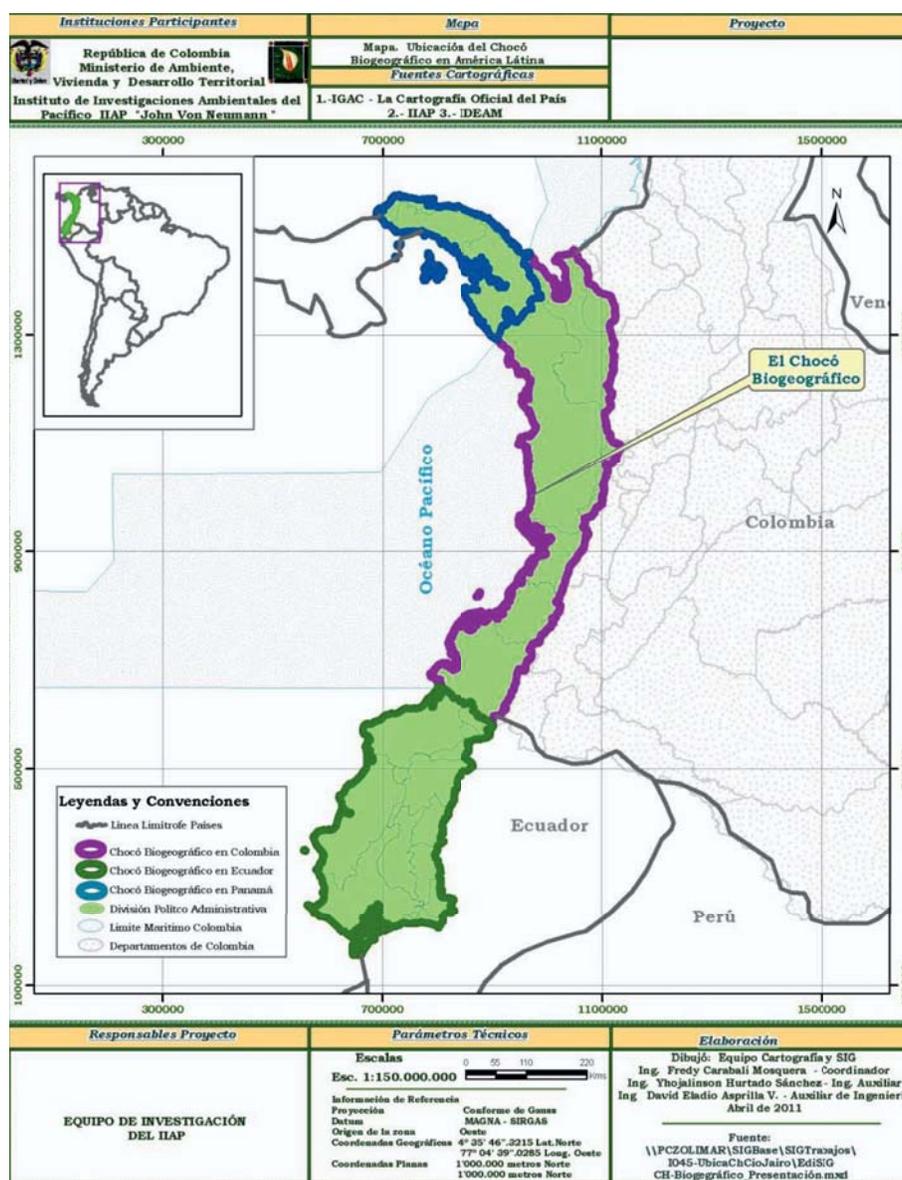


### 3.2.2 Ecosistemas del Chocó Biogeográfico

Chocó biogeográfico es la denominación dada al conjunto de ecosistemas que conforman la región comprendida en forma longitudinal entre la provincia del Darién, al Este de Panamá hasta el noroeste de Ecuador, incluye además la región de Urabá, un tramo del litoral Caribe en el noroeste de Colombia

y noreste de Panamá, y el valle medio del río Magdalena y sus afluentes Cauca-Nechí y San Jorge. Transversalmente, en la parte Norte va desde las costas del mar Caribe hasta las del mar Pacífico y en Colombia y Ecuador va desde la costa Pacífica y en forma irregular se interna en la parte andina de la cordillera occidental, aunque en gran parte de su recorrido de sur a Norte toma como límite la divisoria de aguas (Figura 3.7).

Figura 3.7 Mapa del Chocó Biogeográfico





A pesar que el Chocó biogeográfico se percibe como un territorio homogéneo a escala regional, vale la pena resaltar que posee a nivel local una variedad de ecosistemas propios (manglares, ciénagas, bosques inundables, bosques secos, húmedos y nubosos y páramo), enclaves de una diversidad específica particular que se enriquece por el recambio de especies a medida que se pasa de un ambiente a otro, contribuyendo así con la alta diversidad regional.

El Chocó biogeográfico cubre 187.400 km<sup>2</sup>. El terreno es un mosaico de planicies fluvio-marinas, llanuras aluviales, valles estrechos y empinados y escarpes montañosos, hasta una altitud de 4.000 msnm en Colombia y más de 5.000 msnm en Ecuador. Las planicies aluviales son jóvenes, desarrolladas y muy dinámicas: San Juan, Atrato, San Jorge, Cauca–Nechí, Magdalena y un gran número de ríos generalmente cortos que drenan sus aguas desde la Cordillera Occidental hasta el Litoral Pacífico.

El clima es de los más lluviosos del mundo y su punto más húmedo registra hasta 13.000 mm por año; en ningún punto de la región es menos de 3.000 mm/año. La alta pluviosidad, la condición tropical y su aislamiento (separación de la cuenca amazónica por la Cordillera de los Andes) ha contribuido para hacer de la región del Chocó biogeográfico una de las más diversas del planeta: 9.000 especies de plantas vasculares, 200 de mamíferos, 600 de aves, 100 de reptiles 120 de anfibios. Hay un alto nivel de endemismo: aproximadamente el 25% de las especies de plantas y animales de las registradas en Colombia.

En los tres países (Panama, Colombia y Ecuador) en los que extiende su territorio, el Chocó biogeográfico está ocupado principalmente por poblaciones de etnias indígenas, afrodescendientes y mestizos que han desarrollado culturas caracterizadas por tener prácticas de intervención amigables con la naturaleza. Este es tal vez el principal factor de conservación de los ecosistemas que le conforman y que contienen gran abundancia de biodiversidad, considerados como estratégicos. En Colombia y Panamá las etnias afro e indígenas tienen posesión colectiva de la tierra en resguardos, comarcas, tierras o territorios colectivos, figuras que cobijan responsabilidades de conservación.

Del Chocó biogeográfico colombiano hacen parte 7 departamentos (Córdoba, Antioquia, Chocó, Risaral-

da, Valle del Cauca, Cauca y Nariño), de los cuales solamente el departamento del Chocó se encuentra totalmente incluido, los otros tienen algunos municipios. La población asentada en estos municipios suma un total de 2.388.306 habitantes, según el censo del 2005; la distribución de la población se encuentra principalmente en los centros urbanos, esto significa que la densidad poblacional rural es baja. Por ejemplo, el Chocó teniendo la mayor parte del territorio y mayor número de municipios muestra una población baja.

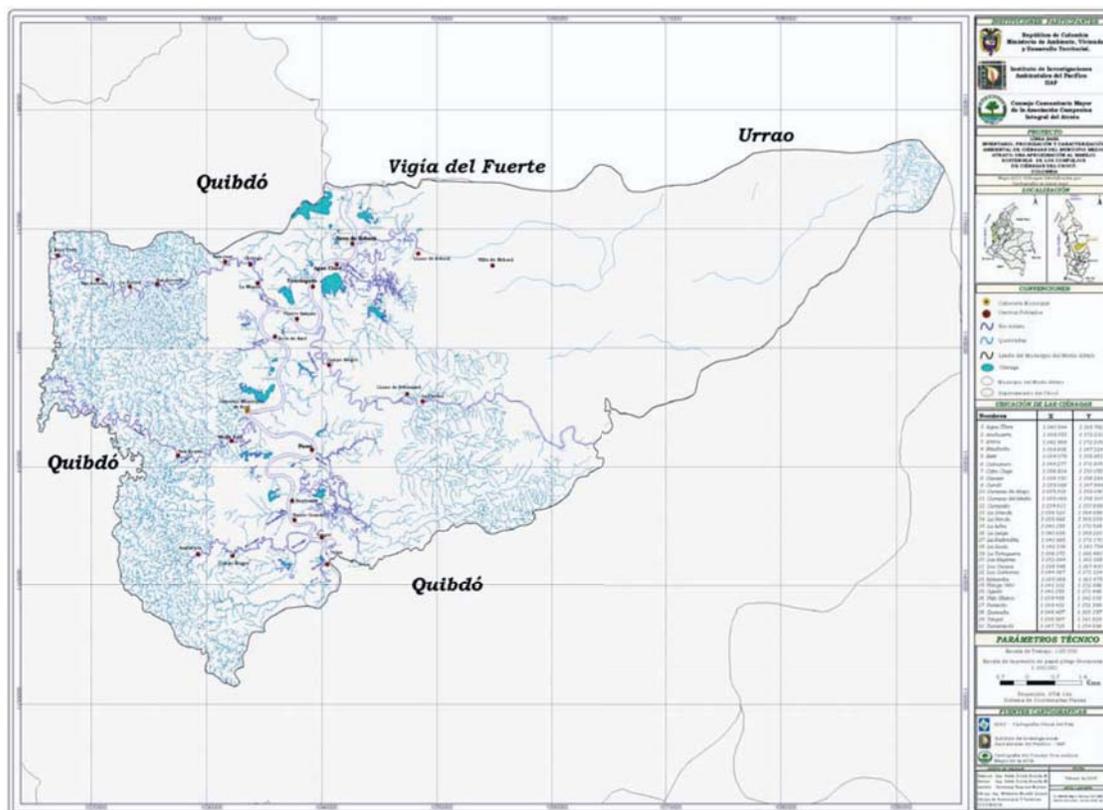
### Humedales, ecosistema frágil y promisorio en el Chocó biogeográfico

El Chocó biogeográfico tiene una gran abundancia de humedales, sobre todo, en la parte media y baja de las numerosas cuencas hidrográficas que surcan su territorio. El bajo y medio Atrato, por ejemplo, tiene reportadas cerca de 960.000 ha correspondientes a ecosistemas de humedales, representados principalmente por ciénagas y bosques inundados, los cuales se distribuyen a través de la llanura aluvial del río Atrato (Corpourabá y Codechocó, 2006). En el mismo departamento del Chocó se encuentran dos grandes cuencas más, el Baudó y el San Juan, ambos con dos deltas compuestos por importantes humedales, por lo cual ambos deltas han sido estudiados para ser considerados sitios Ramsar.

En la Figura 3.8 se muestra la parte central de la cuenca hidrográfica del Atrato o Medio Atrato. Este sector del Atrato capta en promedio 1298 m<sup>3</sup>/s, y ha sufrido una transformación por décadas especialmente hacia las orillas de los ríos, caños y ciénagas. Sin embargo, se estima un promedio de 65 ha de espejo de agua productivas para la pesca (DIAR 1987 IGAC), y para diversos aprovechamientos que incluyen las tradiciones culturales de las comunidades indígenas y afro, asentadas en sus alrededores y en ocasiones presionadas por la falta de otras alternativas como es el caso de la movilidad. Estos espejos de agua son las únicas vías existentes para el transporte humano o de todo tipo de bienes

Las subcuencas de la margen izquierda están representadas por los ríos Beté, Bojayá, Aibí, Buchadó, Buey, Munguidó, Tagachí y Tanguí; y las subcuencas de la margen derecha son Arquía, Bebará, Bebaramá, Guaguandó, Ichó, Murri, Purré, Puné y Salado.

**Figura 3.8** Mapa de ciénagas identificadas por cartografía



**Tabla 3.6** Grado de intervención de los humedales

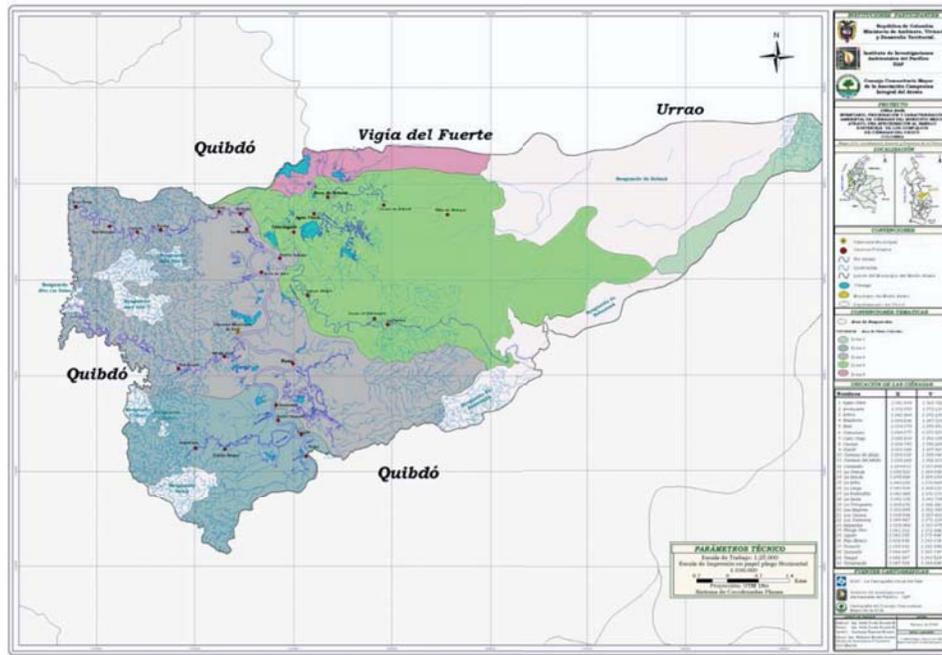
Número de ciénagas:	47
Área comprendida por las ciénagas:	1.867,46 hectáreas
Ciénagas con usos de pesca forestal	70%
Ciénagas con usos de pesca, forestal y minería	28%
Ciénagas con uso exclusivo de pesca	2%
Ciénagas en estado de vulnerabilidad media	58%
Ciénagas en estado de vulnerabilidad alta	27%
Ciénagas en buen estado de conservación	15%

Vista esta situación de los humedales desde otra perspectiva se evidencia que el 85% de los humedales del medio Atrato se encuentran en estado de alteración en sus dinámicas naturales ✓. Esta situación presenta la urgencia de atención a los ecosistemas

de humedales que para el caso del Atrato juegan un papel muy importante para la movilidad y la seguridad alimentaria de las poblaciones asentadas en esta cuenca y para las dinámicas ecosistémicas de una de las regiones más lluviosas del mundo. Figura 3.9.



**Figura 3.9** Mapa de presión sobre los humedales



**CHOCÓ Y EL INVENTARIO MUNDIAL DE HUMEDALES.**

El Examen Mundial de los Recursos de Humedales y las Prioridades para el Inventario de Humedales (COP7) reconoció que los manglares y los arrecifes de coral son algunos de los ecosistemas más vulnerables y amenazados por la pérdida y la degradación de los hábitat y por consiguiente necesitan acciones urgentes y prioritarias para garantizar su conservación y uso racional. Para el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), en Colombia los manglares son vitales para la biodiversidad por ser áreas de protección para los primeros estadios de vida de los recursos hidrobiológicos; aportan nutrientes al medio marino que constituye la base de la productividad primaria fundamental en la cadena alimenticia del océano; son básicos para la conservación de la línea del litoral, ya que evitan la erosión producida por las corrientes y las olas que golpean la costa; y cumplen una función

filtradora de las cargas orgánicas provenientes de fuentes terrestres, que en la ausencia de este recurso causarían graves perjuicios sobre la vida marina. Por tal motivo el estado y las personas tienen la obligación de protegerlos.

En concordancia con lo anterior, la Agenda Pacífico XXI como política de apoyo a la construcción y consolidación del proyecto de región del Chocó biogeográfico y a la adecuación y mejoramiento de su articulación con la sociedad nacional considera imperativo forjar un proyecto que supere la fragmentación que históricamente ha ordenado el territorio y roto ciertos procesos culturales; en ese sentido, la estrategia (6) diseñada para el departamento del Chocó plantea que si bien se ha avanzado en acciones orientadas a la conservación y manejo sostenible de la biodiversidad, no deja de ser preocupante la tendencia actual y futura de los hábitats debido al acelerado proceso de deforestación, deterioro y transformación de los mismos.

### Manglares, soporte alimentario y de comunicaciones - Caso Baudó

En el Chocó biogeográfico, particularmente en la zona sur los manglares cumplen la función de despensa para la vida íctica y humana; son grandes productores de planctum y refugio para alevinos de distintas especies de peces y de bivalvos o conchas que aprovecha la población, y juegan un papel importante en la dieta y la economía de las poblaciones asentadas en sus alrededores. También fungen como autopistas, permitiendo la utilización de diferentes tipos de embarcaciones para el transporte.

El grado de intervención de los manglares de la Costa Pacífica chocoana, medida a partir de una superficie total de 41.315,9 ha de manglares presenta los siguiente resultados: 17.408,8 ha presentan un alto grado de intervención; 16.505,1 ha tienen gra-

do medio de intervención, y 3.460,6 ha presentan un bajo grado de intervención (Tabla 3.7). 

La superficie total de manglares y su distribución por municipios de la Costa Pacífica chocoana muestra la mayor cobertura de este ecosistema en el municipio de Bajo Baudó con un 57.9%, seguido del municipio del Litoral del San Juan con un 26.8%. Los municipios de Nuquí, Juradó y Bahía Solano presentan una baja cobertura de manglar, sumando entre los tres (3) el restante 15.3% de superficie.

Los niveles de intervención del ecosistema de manglar se califican en función del porcentaje de superficie intervenida, lo que por sumar aspectos biofísicos y socioeconómicos puede usarse para zonificarlos preliminarmente y definir orientaciones generales de manejo. Los resultados del grado de intervención de los manglares de la Costa Pacífica chocoana, por municipio, se pueden apreciar en la siguiente tabla.

**Tabla 3.7** Grado de intervención de los manglares de la costa pacífica chocoana 

MUNICIPIO	Altamente intervenidos (ha)	Medianamente intervenidos (ha)	Poco intervenidos (ha)	Superficie total (ha)
Juradó	1.056.2	602.8	578.1	2.237.1
Bahía Solano	885.4	99.5	85.1	1.070.0
Nuquí	1.799.1	506.9	716.4	3.022.4
Bajo Baudó	8.039.8	12.737.7	3.145.9	23.923.4
Litoral del San Juan	5.628.3	2.558.2	2.876.5	11.063.0
Total	17.408.8	16.505.1	3.460.6	41.315.9

En general, se puede concluir que el municipio del Bajo Baudó aporta al departamento del Chocó más de la mitad de los manglares ubicados en su costa Pacífica, lo que supone una situación estratégica de este municipio. Por su parte, el Litoral del San Juan aporta más de la cuarta parte en superficie al ecosistema de manglar del Pacífico chocoano, hecho que también abre las compuertas para hacer una mirada que trabaje por garantizar la permanencia del ecosistema en este municipio. El aporte de área de manglar que hacen los municipios ubicados en el centro y norte de la Costa Pacífica chocoana, Nuquí, Bahía Solano y Juradó, aunque importante, es incipiente si se le compara con los municipios del sur, que acaparan entre ellos más del 84% del ecosistema de manglar, lo

que muestra una clara tendencia de disminución del ecosistema a medida que se desplaza hacia el norte siguiendo la franja occidental.

Haciendo referencia al dato de porcentaje absoluto de cada municipio en manglares altamente intervenidos, preocupa enormemente la situación de Bahía Solano que tiene más del 82% de sus manglares en alta condición de deterioro. De igual manera, preocupa la situación del municipio de Nuquí que tiene mayores existencias de manglar que Bahía Solano y alcanza prácticamente un 60% del ecosistema altamente intervenido, lo que en valores absolutos significa casi el doble de hectáreas, más que su vecino, calificadas en alto grado de intervención.



Aunque el Bajo Baudó presenta el más bajo porcentaje de sus ecosistemas de manglares con altos grados de intervención, 33.6%, por el tamaño tan relativamente grande de su superficie en manglares, su aporte al grupo de los altamente intervenidos es de más de 8.000 hectáreas. En este mismo sentido parece más preocupante la situación del municipio del Litoral del San Juan, en el que los avances del deterioro de sus manglares va a ritmos más altos que en el Bajo Baudó, ya que su superficie de manglares, en alta intervención, es de 50.9%, es decir, si la superficie de este ecosistema en el Litoral del San Juan fuese del mismo tamaño que en el Bajo Baudó, estarían en grado de alta intervención 12.177 ha.

La situación de Juradó no deja de causar preocupación, a pesar de tener un porcentaje de manglares en niveles de alta intervención de 47.2% y representar, desde esta mirada, el segundo de los municipios con mejores resultados en la protección de sus manglares; tener casi la mitad de su ecosistema de manglar en grado alto de intervención enciende las alarmas, máxime cuando se trata de un municipio donde hay bajas existencias de manglar en términos generales. Si al análisis anterior se le adiciona la categoría de los manglares medianamente intervenidos, se hace mucho más palpable la condición de deterioro que presentan estos ecosistemas en el Pacífico chocoano. Nótese, por ejemplo, que para el caso del municipio de Juradó, si se sumara el porcentaje de manglares altamente intervenidos al porcentaje de los manglares medianamente intervenidos, el dato resultaría en más del 74%, lo que permite concluir que solo queda un 26% de los manglares de este municipio en buen estado.

Así mismo, si a las superficies de manglares altamente intervenidas se les suma la superficie de los medianamente intervenidos, se encienden luces de alerta para el municipio de Bajo Baudó, que teniendo el menor porcentaje en manglares en alta intervención, llegaría a un 86.8% integrando los manglares con intervenciones medias y altas.

Aunque el porcentaje de manglares medianamente intervenidos en Bahía Solano es bajo, la suma con los altamente intervenidos resulta en un agobiante 92%, es decir, al momento solo queda un 8% de

manglares en buen estado en jurisdicción de este importante ente territorial, debiendo utilizarse el ecosistema para introducir variables de turismo ecológico que haga más compatible la actividad turística con la situación de sus recursos naturales.

Desde esta misma perspectiva, los municipios de Litoral del San Juan y Nuquí superarían el 74% al integrar manglares altamente y medianamente intervenidos, situación que en conjunto muestra el oscuro panorama de los manglares del Chocó, específicamente los que se encuentran ubicados en el Andén Pacífico.

En el año 1997, Sánchez y otros reportaron la existencia de 64.750.4 ha de manglares en el Pacífico chocoano, mientras que al año 2005, como fruto de este estudio, solamente se reportan 41.315.9 ha. Lo anterior significa, que en 9 años transcurridos entre 1997 y 2005, el Pacífico chocoano ha sufrido una pérdida del 36% de su ecosistema de manglar, lo que equivale a la desaparición de 2.603.8 ha/año; de continuar en una situación similar durante los próximos años, la región solo contaría con bosques de manglar hasta el año 2021.

El análisis de las condiciones biofísicas y socio-culturales de los manglares de la Costa Pacífica chocoana conduce al establecimiento de tres zonas distintas de manglares y, en consecuencia, la misma cantidad de categorías generales de manejo. De las 41.315.9 ha de mangle estudiadas, el 42.13% corresponde a manglares a recuperar, el 39.95% a manglares a preservar temporalmente, y el 17.92% a manglares para uso sostenible, requiriendo la introducción de criterios claros para que el aprovechamiento no promueva la desaparición del ecosistema.

### **Ecosistema de Páramo Chocó biogeográfico**

En el Chocó biogeográfico el ecosistema de páramo es el más importante generador no solo de agua, sino de una gran variedad de diversidad

biológica, por lo tanto, su estudio y conservación es prioritaria. Considerado como uno de los biomas más estratégicos y a la vez uno de los más vulnerables; les ha valido la denominación de Hotspot, en donde hay altos grados de biodiversidad y endemismo como factores críticos de amenaza (Rangel, 2000; Castaño-Urbe, 2002)<sup>6</sup>.

Los servicios ambientales que prestan, proveen de agua en cuanto a calidad y cantidad a la población, además, almacenan carbono atmosférico que ayuda a controlar el calentamiento global; la diversidad paisajística se podría considerar como un servicio ambiental; sin embargo, la intervención antrópica ha acelerado el proceso de transformación del paisaje (Rangel, 2000; Hofstede et al., 2003).

La cordillera Occidental presenta un panorama diferente de intervención en comparación con las otras cordilleras del país, por lo cual algunos de sus páramos se encuentran separados en sus cimas más altas; y por formar la parte alta del Chocó biogeográfico, tienen un acceso muy limitado, por eso su estado de

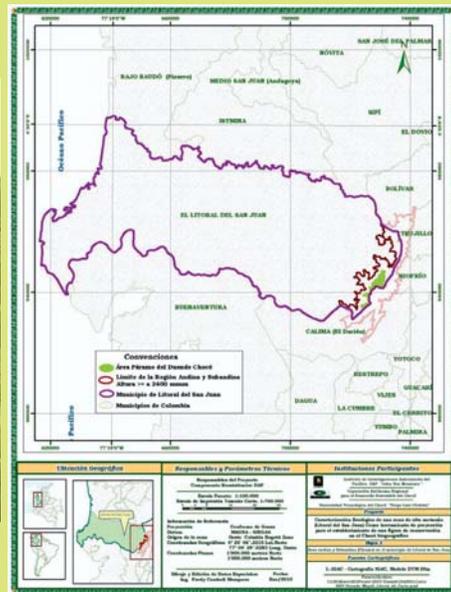
conservación es mejor a páramos de las otras dos cordilleras (Hofstede et al., 2003).

Estudios específicos como las expediciones del Torra, Transepto Tatamá y Frontino, ratifican el estado de conservación en que se encuentran los páramos en la vertiente occidental de la cordillera Occidental, debido al difícil acceso y la tradición cultural de las comunidades negras e indígenas, razón por la cual, este ecosistema se convierte en un lugar estratégico para la conservación del Chocó biogeográfico. El área de influencia de los páramos que corresponde al departamento del Valle del Cauca, ya fue declarada como zona estratégica para la conservación (CVC-FEDENA, 2000).

Por otra parte, el área de influencia, correspondiente al departamento del Chocó, nunca ha sido objeto de prospecciones biológicas, lo cual hace necesario una urgente evaluación del componente biológico, social y cultural, con miras a la creación de una nueva figura que permita ampliar el área de protección del ecosistema y de esta manera establecer un parque natural bidepartamental.

**Estado de conservación de un páramo en el Chocó biogeográfico.**

**Páramo de "El Duende".**



Fuente: IIAP



El Páramo del Duende se encuentra ubicado en la cordillera occidental, en los departamentos de Chocó, municipio del Litoral del San Juan (véase mapa), con un área correspondiente al 82% (Valle del Cauca, municipios de Río Frío, Trujillo y Calima-Darién) (CVC-FEDENA, 2000).

El esqueleto vegetal de este ecosistema soporta y mantiene la oferta de recursos, convirtiéndose en un elemento clave del sistema trófico de este lugar, donde especies de la familia *Bromeliceae* (*Guzmania sp.*), *Ericaceae* (*Demosthenesia mandonii*), *Araceae* (*Sheflera sp.*, *Oreopanax sp.*) y *Melastomataceae* (*Miconia ssp.*, *Tibochina grossa*) dominan y mantienen la lluvia de frutos y semillas, alimento primario para la diversa avifauna que allí habita.

Otro aspecto ecológico importante a nivel fáunico es la presencia del puma (*Puma concolor*) y del oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), especies típicas andinas reportadas como vulnerables (UICN) y objeto de tráfico y caza (CITES) en muchos escenarios de la geografía nacional; existen ranitas exclusivas de este ecosistema (ranas de lluvia *Eleutherodactylus*), aves de distribución restringida que cumplen criterios Áreas Importantes para la Conservación de Aves (AICA), y una considerable suma de animales que por sus adaptaciones ecofisiológicas solo pueden persistir en este complejo ambiente.

De las entrañas del páramo del Duende nacen ríos de agua viva que surten extensas poblaciones en los departamentos del Chocó y Valle del Cauca; los análisis realizados indican que sus aguas son de buena calidad, y como si fuera poco, la compleja orografía del terreno entre pendientes y valles conforman ecosistemas de humedales que, sin duda alguna, son un escenario de vida desconocido en lo más oculto de las cumbres de la cordillera Occidental.

Aunque no se evidenciaron asentamientos humanos en el área, existe un hilo conector entre este

ecosistema y las comunidades subyacentes al páramo, esta conexión la conforman los nacimientos de los ríos Cucurupí, Copomá y Mungidó.

Es importante mencionar que se detectaron plantaciones forestales de pino y eucalipto, las cuales aumentan cada día, rompiendo la dinámica natural y equilibrio de los bosques en que se encuentran, situación que se constituye en una amenaza latente.

Este ecosistema abarca una vasta área difícil de explorar, por lo que deben hacerse trabajos sectorizados para su conocimiento total; esta particularidad hace vulnerable a la zona debido a que resultaría difícil administrarla a la hora de crear una figura de conservación, por eso es necesario involucrar de manera directa a los Consejos Comunitarios propietarios de título, para que ellos propongan alternativas donde el eje central del mantenimiento de este patrimonio se haga bajo la luz de los procesos colectivos comunitarios.

Por su estructura, forma y tamaño, el estudio y conocimiento pleno de las características del Páramo del Duende tomará largo tiempo y arduos esfuerzos mancomunados por parte de entidades ambientales y de la comunidad base, para que una vez se constituya en él una figura de conservación, se avance tanto en el manejo total del mismo como en la generación de información científica sobre sus condiciones físicas y biológicas, de lo cual el presente trabajo se constituye como un primer acercamiento.

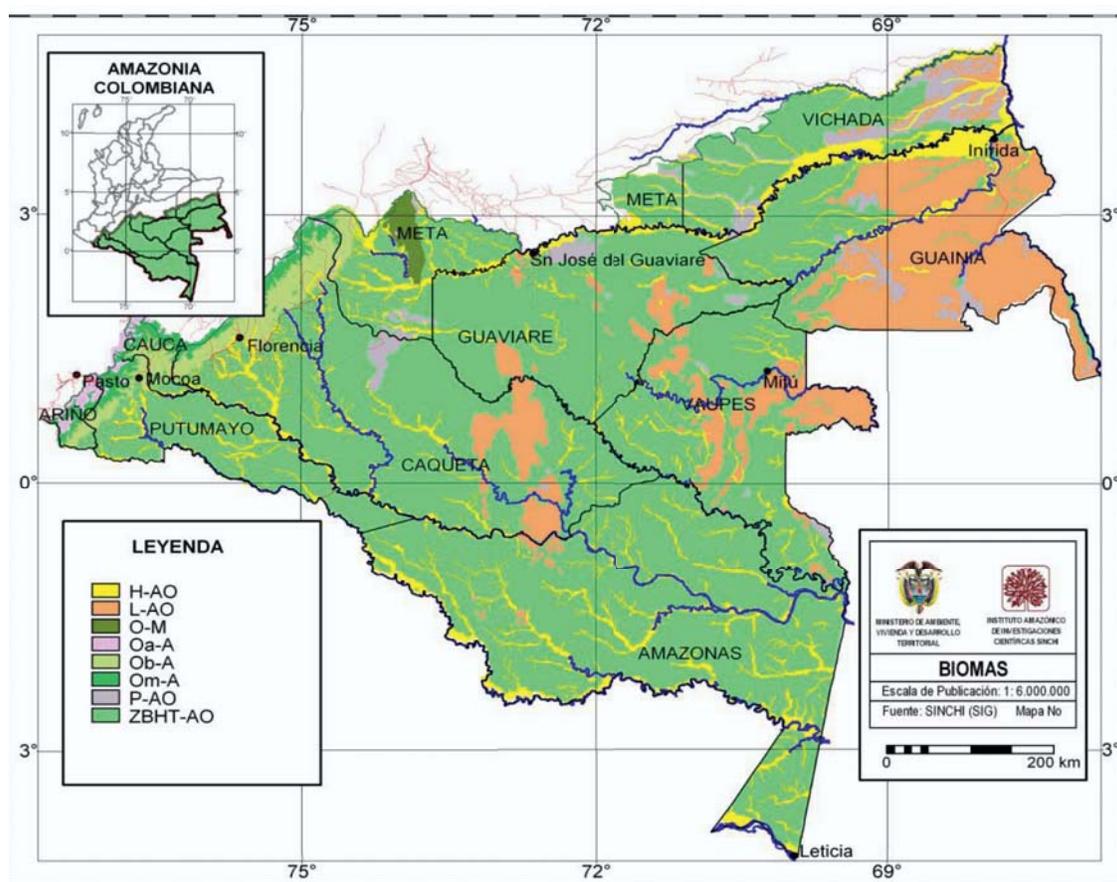
La mayor fortaleza que presenta el ecosistema paramuno para su conservación, a nivel legal, corresponde a la poderosa figura comunitaria que ampara este territorio, haciendo que se convierta en propiedad privada bajo la autonomía del Consejo Comunitario General de San Juan (ACADESAN), situación que obliga a que cualquier proceso sea presentado, concertado, aprobado y desarrollado bajo los lineamientos de dicha organización.

### 3.2.3 Ecosistemas naturales y transformados de la Amazonía<sup>7</sup>

Los tipos de ecosistemas a escala 1:500.000 para la Amazonía son 59; destacándose en orden de magnitud los bosques naturales en el Zonobioma Húmedo Tropical Amazonía-Orinoquía, 61.1%; bosques naturales en el Litobioma Amazonía-Orinoquía, 13.5%; bosques naturales en el Helobioma

Amazonía-Orinoquía, 9,9%; pastos en el Zonobioma Húmedo Tropical Amazonía-Orinoquía, 3.3%, bosques naturales en el Peinebioma Amazonía-Orinoquía, 2.7%; bosques naturales en los Orobiomas baja y media montaña (Andes), 2.1% y 1.3% respectivamente; el restante, 6.1%, corresponde a los ecosistemas acuáticos, sabanas naturales, arbustales, algunos bosques en menor proporción, las áreas de vegetación secundaria y zonas urbanas.

**Figura 3.10 Distribución espacial de los tipos de biomas**



En cuanto a los ecosistemas presentes en esta región, el Instituto SINCHI hizo los análisis necesarios para obtener la información para el área delimitada como Amazonía, a partir del mapa nacional de ecosistemas. Los resultados que se presentan en la Tabla 3.8, se han obtenido a partir de la síntesis de

las capas de información de clima, geopedología, biomas y coberturas de la tierra del año 2001, con un detalle de escala 1:500.000 (IDEAM, et ál, 2007) y en la misma se puede observar una espacialización de los tipos de ecosistemas predominantes en toda la región para el año 2001.

**Tabla 3.8 Ecosistemas de la Amazonía Colombiana (área y %)**

Ecosistemas	Código	ha	%
Bosques naturales en el Zonobioma húmedo tropical de la Amazonía-Orinoquía	BnZht-AO	29.109.259	61,10
Bosques naturales en el Litobioma Amazonía-Orinoquía	BnL-AO	6.431.653	13,50
Bosques naturales en el Helobioma Amazonía-Orinoquía	BnH-AO	4.704.472	9,87
Pastos en el Zonobioma húmedo tropical de la Amazonía-Orinoquía	PaZht-AO	1.593.469	3,34
Bosques naturales en el Peinobioma Amazonía-Orinoquía	BnP-AO	1.273.996	2,67
Bosques naturales en el Orobioma de baja Montaña (Andes)	BnOb-A	998.197	2,10
Bosques naturales en el Orobioma de media montaña (Andes)	BnOm-A	619.186	1,30
Aguas continentales naturales en el Helobioma Amazonía-Orinoquía	AcnH-AO	523.965	1,10
Pastos en el Helobioma Amazonía-Orinoquía	PaH-AO	340.711	0,72
Herbazales en el Litobioma Amazonía-Orinoquía	HrL-AO	285.051	0,60
Herbazales en el Peinobioma Amazonía-Orinoquía	HrP-AO	275.545	0,58
Bosques naturales en el Orobioma Macarena	BnO-M	187.127	0,39
Arbustales en el Litobioma Amazonía-Orinoquía	ArL-AO	173.982	0,37
Herbazales en el Zonobioma húmedo tropical de la Amazonía-Orinoquía	HrZht-AO	148.158	0,31
Arbustales en el Orobioma de alta montaña (Andes)	ArOa-A	138.601	0,29
Vegetación secundaria en el Zonobioma húmedo tropical de la Amazonía-Orinoquía	VsZht-AO	107.832	0,23
Vegetación secundaria en el Orobioma de baja montaña (Andes)	VsOb-A	97.820	0,21
Pastos en el Orobioma de baja montaña (Andes)	PaOb-A	94.435	0,20
Vegetación secundaria en el Helobioma Amazonía-Orinoquía	VsH-AO	89.453	0,19
Bosques naturales en el Orobioma de alta montaña (Andes)	BnOa-A	71.822	0,15
Herbazales en el Helobioma Amazonía-Orinoquía	HrH-AO	67.064	0,14
Arbustales en el Orobioma Macarena	ArO-M	53.926	0,11
Arbustales en el Orobioma de media montaña (Andes)	ArOm-A	39.816	0,08
Pastos en el Peinobioma Amazonía-Orinoquía	PaP-AO	39.691	0,08
Herbazales en el Orobioma de alta montaña (Andes) (páramos)	HrOa-A	39.190	0,08
Áreas agrícolas heterogéneas en el Orobioma de baja montaña (Andes)	AhOb-A	29.884	0,06
Arbustales en el Zonobioma húmedo tropical de la Amazonía-Orinoquía	ArZht-AO	24.792	0,05
Áreas agrícolas heterogéneas en el Orobioma de media montaña (Andes)	AhOm-A	21.070	0,04
Pastos en el Litobioma Amazonía-Orinoquía	PaL-AO	13.366	0,03
Herbazales en el Orobioma Macarena	HrO-M	13.318	0,03
Pastos en el Orobioma Macarena	PaO-M	10.001	0,02
Áreas agrícolas heterogéneas en el Zonobioma húmedo tropical de la Amazonía-Orinoquía	AhZht-AO	9.534	0,02
Áreas agrícolas heterogéneas en el Orobioma de alta montaña (Andes)	AhOa-A	8.895	0,02
Vegetación secundaria en el Orobioma de alta montaña (Andes)	VsOa-A	8.752	0,02
Vegetación secundaria en el Litobioma Amazonía-Orinoquía	VsL-AO	8.572	0,02
Vegetación secundaria en el Peinobioma Amazonía-Orinoquía	VsP-AO	8.260	0,02
Vegetación secundaria en el Orobioma de media montaña (Andes)	VsOm-A	7.988	0,02
Pastos en el Orobioma de media montaña (Andes)	PaOm-A	7.429	0,02
Arbustales en el Peinobioma Amazonía-Orinoquía	ArP-AO	5.916	0,01
Aguas continentales naturales en el Litobioma Amazonía-Orinoquía	AcL-AO	5.289	0,01
Cultivos anuales o transitorios en el Zonobioma húmedo tropical de la Amazonía-Orinoquía	CaZht-AO	5.120	0,01
Aguas continentales naturales en el Orobioma de alta montaña (Andes)	AcnOa-A	5.000	0,01
Áreas urbanas en el Helobioma Amazonía-Orinoquía	AuH-AO	4.200	0,01
Herbazales en el Orobioma de media montaña (Andes)	HrOm-A	4.062	0,01

Continuación

Ecosistemas	Código	ha	%
Arbustales en el Helobioma Amazonía-Orinoquía	ArH-AO	3.961	0,01
Pastos en el Orobioma de alta montaña (Andes)	PaOa-A	3.826	0,01
Cultivos anuales o transitorios en el Orobioma de media montaña (Andes)	CaOm-A	3.174	0,01
Áreas agrícolas heterogéneas en el Helobioma Amazonía-Orinoquía	AhH-AO	3.034	0,01
Cultivos anuales o transitorios en el Helobioma Amazonía-Orinoquía	CaH-AM	1.805	0,00
Cultivos anuales o transitorios en el Orobioma de alta montaña (Andes)	CaOa-A	1.553	0,00
Herbazales en el Orobioma de baja montaña (Andes)	HrOb-A	993	0,00
Aguas continentales naturales en el Orobioma de media montaña (Andes)	AcnOm-A	914	0,00
Cultivos anuales o transitorios en el Peinobioma Amazonía-Orinoquía	CaP-AO	733	0,00
Áreas urbanas en el Zonobioma Llanura tropical de la Amazonía-Orinoquía	AuZht-AO	733	0,00
Cultivos anuales o transitorios en el Orobioma de baja montaña (Andes)	CaOb-A	357	0,00
Áreas urbanas en el Litobioma Amazonía-Orinoquía	AuL-AO	232	0,00
Aguas continentales naturales en el Orobioma de baja montaña (Andes)	AcnOb-A	127	0,00
Zonas desnudas en el Helobioma Amazonía-Orinoquía	ZdH-AO	125	0,00
Áreas agrícolas heterogéneas en el Peinobioma Amazonía-Orinoquía	AhP-AO	30	0,00
		47.727.461	100,17

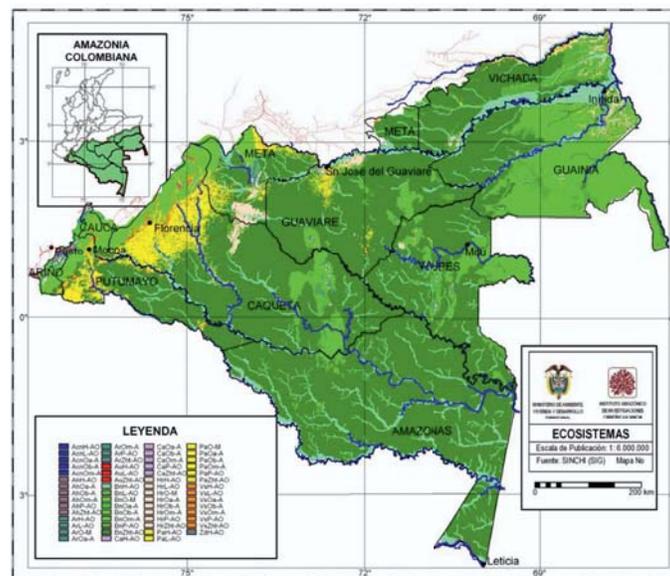
Fuente: SINCHI, 2007 (adaptado de IDEAM, et al., 2007) mapa de ecosistemas.

Las áreas en porcentaje de ecosistemas transformados frente a los no transformados, para el año 2001, son significativas. 95% para ecosistemas naturales y 5% para los transformados. Aun cuando no parece elevado el porcentaje intervenido, al llevar a cifras de área, este asciende a casi veinticinco mil kilómetros cuadrados (23.470 km<sup>2</sup>); en esta cifra no se incluyen los bosques intervenidos, pues por el método de interpreta-

ción se tomaron como bosques naturales en su mayoría (Tabla 3.9).

Por Corporaciones, el territorio que presenta mayor proporción transformado es el de Cormacarena, con el 11.4%, seguida por CORPOAMAZONÍA, con 8.14%, y la menor transformación estaba en el área de la CDA, con 1.09%. En cifras absolutas era la jurisdicción de CORPOAMAZONÍA la que tenía más transformación, con 1.834.079 ha (Tabla 3.9).

**Figura 3.11 Mapa de ecosistemas Amazonía Colombiana (1:500.000)**



Fuente: IGAC, IDEAM, SINCHI, INVEMAR, HUMBOLDT, IIAP, 2007.



**Tabla 3.9 Relación entre áreas de ecosistemas naturales y transformados por jurisdicción de Corporaciones**

Corporación	Área de ecosistemas por Corporación (ha)					
	Ecosistemas Naturales					Ecosistemas transformados
	Bosques Naturales	Humedales*	Páramos	Arbustales	Sabanas	Pastos, áreas agrícolas, zona urbana, vegetación secundaria
CDA	17.137.488	154.470	0.0	116.669	338.485	194.815
CORMACARENA	2.152.125	26.428	3.500	64.167	173.028	312.654
CORPOAMAZONÍA	20.128.721	285.692	47.408	103.172	123.578	1.834.079
CORPORINOQUÍA	3.340.486	58.156	0.0	4.411	165.163	87.155
CORPPONARIÑO	170.565	5.915	80.580	5.293	24.098	13.821
CRC	350.557	4.487	42.661	40.390	7.748	5.570
<b>Total</b>	<b>43.279.942</b>	<b>535.148</b>	<b>174.149</b>	<b>435.149</b>	<b>832.100</b>	<b>2.347.047</b>

Fuente: Instituto SINCHI. Existe un ajuste por precisión de 123.864 ha., para el área total de la región.

\* Humedales: Sumatoria de áreas de coberturas de cuerpos de agua naturales continentales e hidrófita continental.

Desde el punto de vista de los departamentos, el de Amazonas, Guainía y Vaupés presentan los mayores porcentajes de territorio con ecosistemas naturales; por el contrario, los departamentos de Putumayo, Caquetá, Nariño, Meta, Cauca y Guaviare tienen los mayores porcentajes del territorio con ecosistemas transformados (Tabla 3.10); esta situación concuerda con las áreas geográficas en las que se han realizado los procesos de colonización.

**Tabla 3.10 Ecosistemas naturales y transformados por departamento**

Departamento	Área de ecosistemas			
	Naturales (ha)	(%)	Transformados (ha)	(%)
Amazonas	10.859.995	99.91	9.662	0.09
Caquetá	7.644.327	84.85	1.365.348	15.15
Cauca	432.268	89.96	48.231	10.04
Guainía	7.058.576	99.95	3.652	0.05
Guaviare	5.356.574	96.61	187.766	3.39
Meta	2.414.128	88.59	292.467	10.73
Nariño	264.245	88.64	33.489	11.36
Putumayo	2.127.792	81.94	468.874	18.06
Vaupés	5.309.051	99.94	2.941	0.06
Vichada	3.561.005	97.67	85.028	2.33

En la región los procesos de colonización, en buena medida apalancados por los cultivos de uso ilícito, como la coca y amapola, pero sobre todo la ganadería, han ocasionado una acelerada transformación de los paisajes de la región durante el último siglo, pero con mayor énfasis en las últimas tres dé-

cadadas, este fenómeno de ocupación no planificada del territorio, sobre la base de la deforestación, ocasiona también la fragmentación y la simplificación de los bosques amazónicos.

Al comienzo de la década anterior, en el estudio de zonificación ecológica (Etter, 1992), se analizó la transformación de los ecosistemas, y los espacios ocupados fueron delimitados en un mapa de uso del paisaje, que también contiene las áreas legales.

Sobre este mapa se determinó que para esa época de las imágenes satelitales (antes de 1989) existían 4.000.000 ha afectadas por procesos de colonización, de las cuales 2.000.000 ha estaban efectivamente deforestadas. Solo para los departamentos de Caquetá y Putumayo, cerca de 2.800.000 ha estaban afectadas por transformación, y 1.540.000 ha estaban efectivamente deforestadas, o sea, el 69% y el 77% respectivamente de los totales reportados para la Amazonía Colombiana en ese momento.

Para el año 2001 el instituto SINCHI, a través de sus estudios de línea base (Murcia, et ál., 2003) y perfiles urbanos (Gutiérrez, et ál., 2004), determinó que el fenómeno de poblamiento<sup>8</sup>, de la Amazonía Colombiana, incluía en el anillo de poblamiento el 20% del total regional, esto es, cerca de noventa y cinco mil kilómetros cuadrados (95.000 km<sup>2</sup>).

### 3.3 Ecosistemas marinos y costeros <sup>9</sup>

El medioambiente, marino se puede ver afectado por diferentes causas, entre ellas la contaminación de las aguas, la sobreexplotación de recursos y la sobrepesca. La huella ecológica de los países industrializados, en este sentido, marca los ecosistemas marinos debido a la alta demanda de productos del mar; y las actividades de los nacionales afectan las zonas costeras y produce impactos que reducen esencialmente la biodiversidad de estas zonas, tal como ocurre con la afectación a los manglares y arrecifes coralinos.

#### Aspectos Geográficos

El Caribe colombiano está localizado en el extremo noroccidental de Suramérica; limita al norte con Jamaica, Haití y República Dominicana; al noroeste con Nicaragua y Costa Rica, al Este con Venezuela, en la zona de Castilletes (N 11°50', W 71°20'), y al Oeste con Panamá, en la zona de Cabo Tiburón (N 08°40' W 77°22')(IGAC, 2002). Tiene una longitud de línea de costa de 1.937 km, un área terrestre<sup>10</sup> de 7.037 km<sup>2</sup> y un área de aguas jurisdiccionales de 532.162 km<sup>2</sup> (Tabla 3.11).

La costa del Pacífico se ubica en la región occidental de Colombia; está limitada al Norte con la frontera con Panamá (N7°12' W 77°53') y al sur por la desembocadura del río Mataje, en la frontera con Ecuador (N 1°26' W 78° 49') (INVEMAR 2002). Tiene una longitud de línea de costa de 1.576 km; un área terrestre costera e insular de 8.195 km<sup>2</sup> y un área de aguas jurisdiccionales de 359.995 km<sup>2</sup> correspondiente al 6,6% del territorio nacional (Tabla 3.11)

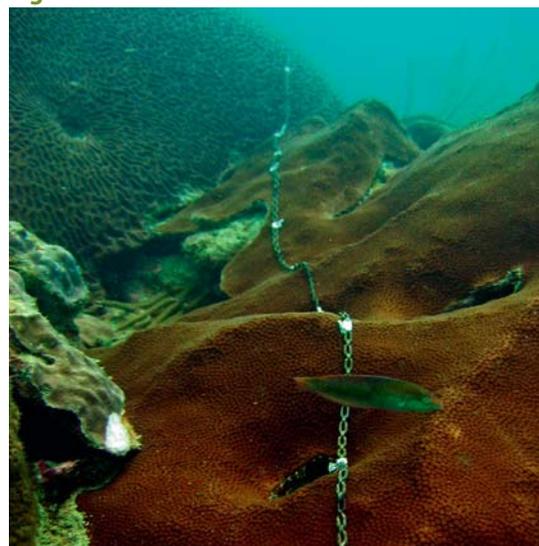
**Tabla 3.11 Áreas y longitudes aproximadas de la zona marina y costera de Colombia<sup>11</sup>**

CARACTERÍSTICA	REGIÓN		TOTAL	
	Caribe	Pacífico		
Línea costa km	Continental	1,779	1,545	3,513
	Insular del margen			
	Continental	86	25	
	Insular del margen			
	Océánico	72	7	
	Total	1,937	1,576	
Área emergida km <sup>2</sup>	Continental	6,958	8,181	15,232
	Insular del margen			
	Insular del margen	30	13	
	Océánico	40	1	
	Total	7,037	8,195	
Área aguas jurisdiccionales	532,162	539,955	892,118	

Fuente: LabSIS INVEMAR, año 2009.

#### 3.3.1 Arrecifes coralinos

**Figura 3.12 *Montastrea faveolata***



Fotografía: Raúl Navas

Los arrecifes de coral constituyen uno de los ecosistemas más importantes y apreciados del planeta, desarrollados en aguas claras de los mares tropicales, modificando notablemente el relieve



submarino. Se generan, principalmente, por la precipitación de carbonato de calcio que los pólipos coralinos secretan para elaborar su esqueleto externo de soporte, acumulándose y ofreciendo así una enorme variedad de hábitats para el asentamiento y proliferación de la vida marina (Birke-land, 1997). Por su cercanía a las costas, ejercen un efecto de protección contra el embate de las olas, y tormentas a los asentamientos humanos allí ubicados. Muchas poblaciones costeras han subsistido históricamente por la extracción de recursos de gran valor como langostas, cangrejos, pulpos, caracoles y peces; no obstante, el mayor potencial económico que poseen los arrecifes coralinos está en el desarrollo turístico, pues son destino por excelencia para miles de personas en todo el mundo. A pesar de esto, muchos arrecifes han sufrido una extensa degradación como resultado de perturbaciones de tipo antropogénicas y naturales (Hughes, 1994; Grigg y Dollar, 1998).

Colombia posee cerca de 1.091 km<sup>2</sup> de áreas coralinas. Esto representa menos del 0,4% de los arrecifes existentes en el mundo (Spalding et ál., 2001) . Solo una pequeña fracción (15 km<sup>2</sup>) se encuentra en la costa del Pacífico, en la Isla Gorgona, Ensenada de Utría, Punta Tebada e Isla Malpelo (Díaz et ál., 2000; Barrios y López-Victoria, 2001). En el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina se encuentra el 77% de las áreas coralinas del país donde, además, se observan los arrecifes más complejos y desarrollados (Díaz et ál., 2000).

Teniendo en cuenta la importancia de este ecosistema, desde 1998 se encuentra en funcionamiento el Sistema Nacional de Monitoreo de Arrecifes Coralinos de INVEMAR, el cual se ha encargado de compilar la mayor información posible para dar un diagnóstico anual sobre el estado de los arrecifes del país. A partir de la información histórica colectada se pudo determinar que:

Colombia posee cerca de 1,091 km<sup>2</sup> de áreas coralinas.

Esto representa menos del 0,4% de los arrecifes existentes en el mundo (Spalding et ál., 2001).

 Se evidencia una tendencia a la disminución de la cobertura de coral vivo, y de valores históricamente más bajos durante el 2008 en la mayoría de estaciones. Por el contrario, los valores de algas fueron generalmente mayores y ocasionalmente con una tendencia al aumento. Esta condición podría reflejar un progresivo estado de deterioro en dichas áreas, principalmente Santa Marta y San Andrés, donde se observaron las tendencias más marcadas.

 La ocurrencia de enfermedades en las áreas coralinas del Caribe colombiano ha sido generalmente baja, encontrando en el área de San Andrés los mayores valores, y en Islas del Rosario los valores más extremos de variación. Asimismo, se observaron picos de alta ocurrencia de blanqueamiento coralino que coinciden con eventos de blanqueamiento masivo en el Caribe. La ocurrencia de enfermedades fue especialmente alta en Islas del Rosario, durante el 2008, determinada por la enfermedad plaga blanca.

 En general, la familia más abundante en las áreas monitoreadas fue *Pomacentridae* (damiselas), con valores que han multiplicado, en la mayoría de los casos, las abundancias de otras familias tanto en el Caribe como en el Pacífico. Por esta razón, se analizan los datos de esta familia, por separado, para cada área y año, teniendo en cuenta que los hábitos territoriales de esta especie podrían llegar a afectar los mismo arrecifes coralinos en los que habitan.

 El comportamiento en la densidad de los erizos en las estaciones de monitoreo, al parecer, es independiente y particular de cada área evaluada, resaltando el aumento en la densidad de erizos en las Islas de San Bernardo, donde además se observa por primera vez la especie *D. antillarum*.

 La abundancia de peces arrecifales de importancia comercial (meros y chernas) presentó valores muy bajos y con una tendencia a la

disminución, mientras que en San Andrés, la familia *Lutjanidae* (pargos) evidenció una tendencia al aumento. Es posible que el patrón de comportamiento para meros y chernas refleje la falta de regulación en las actividades de pesca extractiva, teniendo en cuenta que algunos autores han demostrado que dicha condición es característica de zonas con elevada intensidad pesquera.

Por lo anterior, es necesario implementar eficientemente medidas de mitigación y control o reajustar las existentes en lo referente al manejo de los arrecifes coralinos, especialmente en áreas con mayor influencia de tensiones de origen humano (como fuerte exposición a aguas continentales contaminadas, alta actividad turística y sobrepesca) y donde los datos manifiestan tendencias que indican una mayor degradación del ecosistema. El mantenimiento en el tiempo del monitoreo Sistema Nacional de Monitoreo de Arrecifes Coralinos en Colombia (SIMAC) permitirá obtener series de datos más completas que ayudarán a comprender la dinámica y evolución de los arrecifes coralinos. La información obtenida con el programa de monitoreo seguirá siendo útil para apoyar y evaluar la implementación de medidas de manejo y mitigación orientadas a la conservación de los arrecifes coralinos y recursos asociados.

En cuanto a las especies amenazadas, en los sitios monitoreados se registro presencia de la densidad del total de especies amenazadas, observadas en las estaciones SIMAC y que fueron evaluadas mediante censos visuales con la técnica de buceo errante. Para efectos de este análisis se tuvo en cuenta la densidad ponderada de las especies: *ballesta Balistes vetula*, mero guasa *Epinephelus itajara*, la *cherna E. striatus*, el *hamlet Hypoplectrus providencianus*, el pargo pluma *Lachnolaimus maximus*, los pargos *Lutjanus analis* y *L. cyanopterus* y el loro *Scarus guacamaia*.

### 3.3.2 Manglares - ecosistemas marinos y costeros

Los manglares son ecosistemas dominados por asociaciones vegetales de distinto origen taxonómico, habitantes de las zonas costeras tropicales y subtropicales; tienen características morfológicas, fisiológicas y reproductivas comunes que les permiten habitar en ambientes salinos, anóxicos, inundados e inestables (Cintrón-Molero y Schaeffer-Novelli, 1983; Sánchez-Páez et ál., 2000).

En el Caribe existen solamente cinco de las nueve especies de mangle reportadas para Colombia, de las cuales *Avicennia germinans* y *Rhizophora mangle*, son las más importantes y de mayor uso, seguidas por *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus* y *Pelliciera rhizophorae*. De esta última, solo se tienen registros puntuales en la bahía de Cispotá en Córdoba, en el sector occidental de la bahía de Barbacoas en Bolívar, ciénaga Honda y de Pablo en Sucre, en el golfo de Morrosquillo y en la bahía de Marirrió en el Urabá antioqueño (MMA, 2002). En el Pacífico colombiano, además de las especies mencionadas para el Caribe, se hallan *Rhizophora harrisonii*, *Rhizophora racemosa*, *Avicennia bicolor* y *Mora oleifera*.

La importancia y función de los manglares se puede dimensionar desde el punto de vista científico, ecológico, paisajístico, recreacional, social y económico (Day y Yañez-Arancibia, 1982; Guevara-Mancera et al., 1998; Ulloa-Delgado et al., 1998). Entre las funciones se destaca su aporte de materia y energía a otros sistemas; su valor como evapotranspiradores y sumideros naturales de CO<sub>2</sub>; como trampas naturales de contaminantes; amortiguadores de inundaciones y protectores de la erosión del viento y las olas en la línea de costa. Adicionalmente, sirven de refugio, sitios de alimentación y anidación de diversas especies de mamíferos, aves reptiles y anfibios (Field, 1997; Sánchez-Páez et ál., 1997; Sánchez-Páez et ál., 2000). Además de los beneficios mencionados anteriormente, los manglares representan fuentes importantes de recursos para el aprovechamiento forestal, hidrobiológico y la obtención de productos requeridos en la construcción industrial y do-



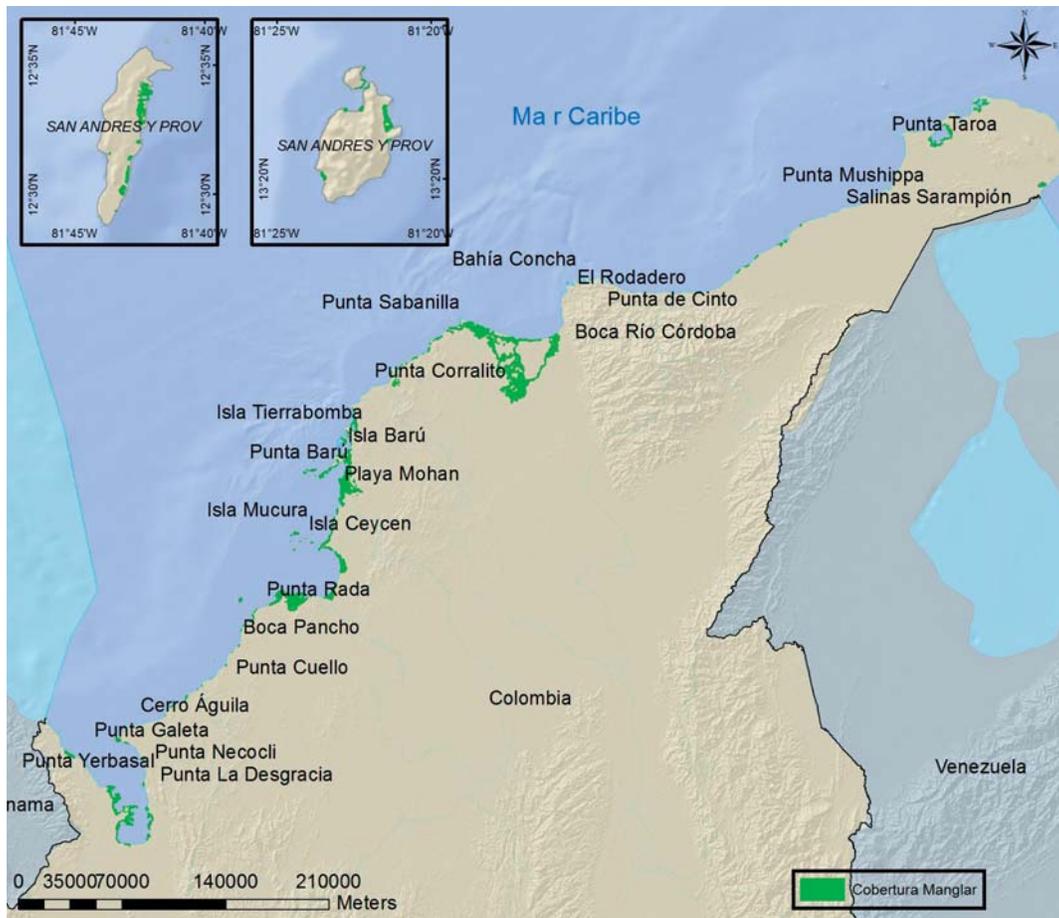
mística (Guevara–Mancera et al., 1998; Ulloa–Delgado et ál., 1998).

En el país, los manglares ocupan una extensión aproximada de 294.636,3 ha, de las cuales 62.245,3 ha se distribuyen en el Caribe, y 232.391 ha en el Pacífico. Debido a la poca penetración de la marea, en el litoral Caribe se observan manglares limitados a estrechas franjas inundadas a lo largo de la línea intermareal, formando parches dentro de lagunas, ciénagas, estuarios y desembocadura de ríos y quebradas. Las mayores coberturas se establecen en las desembocaduras de los grandes ríos que vierten sus aguas en el Caribe, principalmente en la Ciénaga Grande de Santa Marta, el canal del Dique y los deltas de los ríos Sinú y Atrato (Sánchez–Páez et ál.,

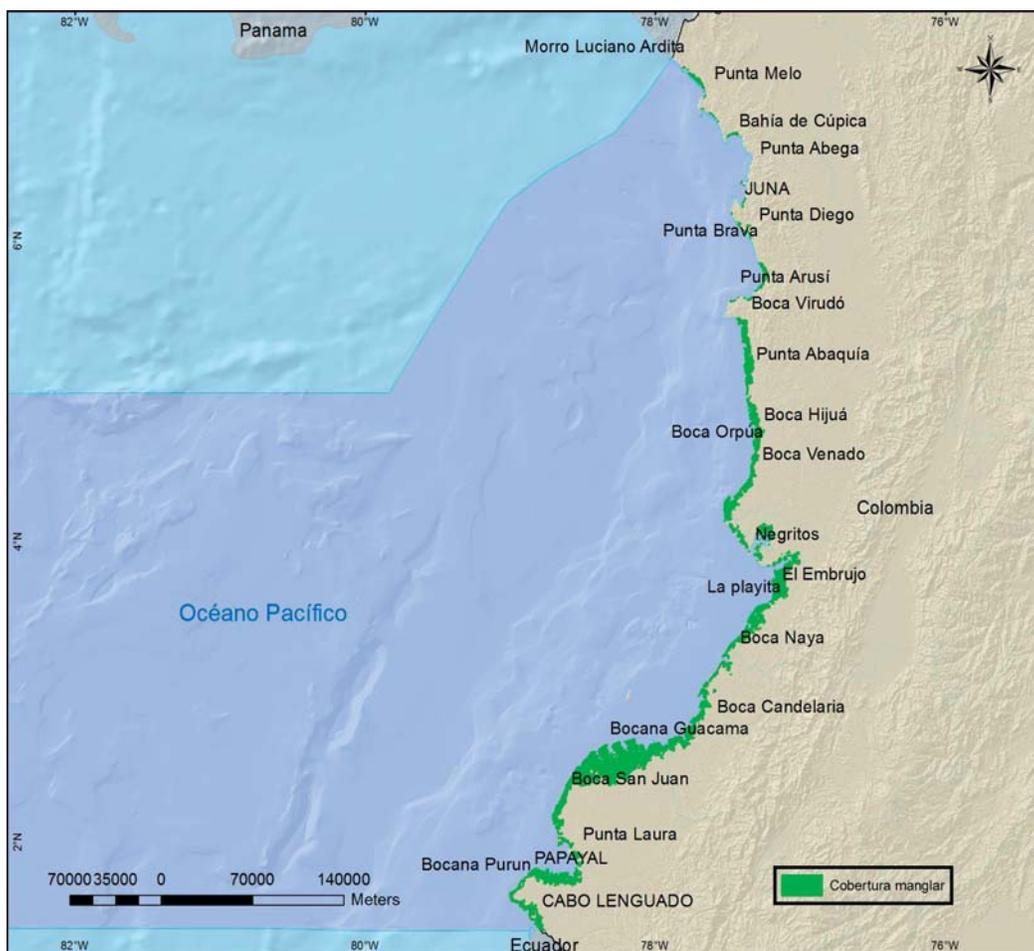
2004), (Figura 3.13). En esta costa, el departamento con mayor cobertura de manglar es el Magdalena con más del 50 % del total para el Caribe Colombiano (Tabla 3.12).

Los manglares del litoral Pacífico, a diferencia de los del Caribe, que se localizan en parches, se distribuyen en una franja casi continua, desde el río Mataje al sur de Nariño, hasta las cercanías de Cabo Corrientes (Chocó), donde se interrumpe para continuar con pequeñas franjas en el Golfo de Tribugá, Ensenada de Utría y en Juradó, en límites con Panamá (Von Prah, 1989), (Figura 3.14). El Departamento de Nariño es el que posee el mayor número de hectáreas de manglar, con el 50% del total de la cobertura de estos en la costa Pacífica Colombiana (Tabla 3.12).

**Figura 3.13** Distribución de los manglares en el Caribe continental e insular colombiano



Fuente: Mapa LABSIS-INVEMAR.

**Figura 3.14** Distribución de los manglares en el litoral Pacífico colombiano

Fuente: Mapa LABSIS-INVEMAR.

**Tabla 3.12** Cobertura de mangle en Colombia

Departamento	Área (ha)
Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina <sup>9</sup>	209,7
La Guajira <sup>8</sup>	2.514,0
Magdalena <sup>7</sup>	33.900,0
Atlántico <sup>4</sup>	613,6
Bolívar <sup>2,3</sup>	7.001,0
Sucre <sup>3</sup>	9.303,0
Córdoba <sup>13</sup>	9.180,0
Antioquia <sup>1</sup>	6.518,0
Total Caribe	62.245,3
Chocó <sup>3</sup>	64.750,0

Departamento	Área (ha)
Valle del Cauca <sup>6</sup>	31.374,0
Cauca <sup>10,11,12</sup>	18.691,0
Nariño <sup>5</sup>	117.576,0
Total Pacífico	232.391,0
Total Colombia	294.636,3

Fuente: Datos tomados de: <sup>1</sup> CORPOURABÁ, 2002; <sup>2</sup> MMA, 2002; <sup>3</sup> Sánchez-Páez et ál., 2004; <sup>4</sup> INVEMAR, 2005; <sup>5</sup> INVEMAR, CRC, CORPONARIÑO, 2006; <sup>6</sup> Restrepo, 2007; <sup>7</sup> Cadavid et ál., 2009; <sup>8</sup> Gil-Torres et ál., 2009; <sup>9</sup> López-Rodríguez et ál., 2009; <sup>10</sup> López-Rodríguez et ál., 2009; <sup>11</sup> Rodríguez-Peláez et ál., 2009; <sup>12</sup> Sierra-Correa et ál., 2009; <sup>13</sup> Solano et ál., 2009.



Debido a su importancia, a partir de 1978 y mediante el decreto 1681, los manglares fueron declarados, por el Ministerio de Ambiente, ecosistemas dignos de protección, escenario a partir del cual se ha generado una serie de normas de orden legal que tienen como propósito garantizar la conservación de los manglares en el marco del concepto de Desarrollo Sostenible, que permiten equilibrar el desarrollo de las actividades socioeconómicas, sin comprometer la oferta de bienes, servicios y su conservación. En estos ecosistemas se prohíbe realizar obras, industrias y actividades que, en general, ocasionen impacto directo o indirecto y que conlleven al deterioro del manglar.

Desde 1995, cuando el MAVDT emitió la resolución 1602, la cual dicta medidas para garantizar la sostenibilidad del manglar en Colombia, se ha venido trabajando junto con las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) costeras, para realizar estudios de diagnóstico y conocer el estado de

los manglares del país. Con estos se ha logrado que de las 294.636,3 ha de manglar, que aproximadamente tiene el país a lo largo de las dos costas, 156.657,7 ha estén diagnosticadas y cuenten con una zonificación. El resto de la cobertura, que equivale al 47 %, aún falta por zonificar y tampoco cuenta con planes de manejo aprobados por MAVDT. Algunos diagnósticos se encuentran en revisión y algunas Corporaciones deben hacer correcciones o complementar sus estudios para ser avalados por el ministerio.

De las 156.163 ha de áreas de manglar que cuentan con estudios de diagnóstico y zonificación, 45.422 ha se encuentran en el Caribe y 110.741 ha en el Pacífico. Como se presenta en la Tabla 3.13, el 49,2 % se categorizaron como Zonas de Uso Sostenible, el 28,5 % como Zonas de Recuperación y el 22,3 % como Zonas de Preservación. Las áreas zonificadas en los departamentos de Sucre, Córdoba y Cauca contemplan otras formaciones vegetales asociadas.

**Tabla 3.13 Áreas (ha) de manglar zonificadas en tres categorías de manejo y aprobadas mediante las resoluciones: <sup>1</sup> 0721 de 2002, <sup>2</sup> 0442 del 2008, <sup>3</sup> 2168 del 2009, <sup>4</sup> 619 del 2010, o <sup>5</sup> en proceso de aprobación por el MAVDT**

Entidad	Departamento	Zonas			Total ha
		Uso sostenible	Recuperación	Preservación	
CORALINA <sup>5</sup>	San Andrés, Providencia y Santa Catalina	3,3	19,4	187,1	209,8
CORPOGUAJIRA <sup>5</sup>	La Guajira	-	1.598,1	916	2.514,1
CRA <sup>2</sup>	Atlántico	-	55	558	613
CARDIQUE <sup>1</sup>	Bolívar	2.100	3.820	1.081	7.001
CARSUCRE <sup>1</sup>	Sucre	5.223	3.425	4.035	12.683
CVS <sup>1</sup>	Córdoba	9.933	4.315	1.635	15.883
CORPOURABÁ <sup>3</sup>	Antioquia	2.285	2.087	2.146	6.518
CORPONARIÑO <sup>4</sup>	Nariño	37.432	10.885	11.658	59.975
CVC <sup>1</sup>	Valle del Cauca	11.079	14.787	6.207	32.073
CRC <sup>5</sup>	Cauca	8.705	3.495	6.491	18.691
<b>Total</b>		<b>76.760,3</b>	<b>44.486,5</b>	<b>34.914,1</b>	<b>156.657,7</b>

Los ecosistemas de manglar presentes en las costas del Caribe, Pacífica y territorio insular de Colombia se encuentran perturbados al estar sometidos a una creciente presión por el desarrollo de la infraestructura vial, turística, urbana e industrial; aprovechamiento intensivo de los recursos hidrobiológicos y maderables, y cambio de uso de la tierra por la expansión de la frontera agrícola. El panorama, en cuanto a la recuperación de las áreas de manglar en el país, no es del todo alentador; si bien en los departamentos de San Andrés y Providencia, La Guajira, Magdalena, Córdoba y Cauca, se presentan bosques desarrollados y en buen estado, algunos sectores de estos y en el resto del país todavía siguen siendo intervenidos, dando como resultado diferentes grados de alteración que van desde la presencia de basuras hasta la destrucción del ecosistema.

Dado que en los últimos 10 años, el 68% de los estudios realizados en el país sobre ecosistemas de manglar se concentraron en el litoral Caribe, es necesario que los esfuerzos de investigación se extiendan al Pacífico, ya que este contiene el 78,9% de la cobertura de mangle del país, y pueden ser más vulnerables ante eventos de ascenso en el nivel del mar, extracción excesiva de recursos forestales, no forestales e hidrobiológicos, desarrollo y expansión de la frontera urbana y agrícola, entre otros. Además, se deben proponer estudios en el país conducentes a la formulación de proyectos que contribuyan a la conservación de los ecosistemas de manglar y, al mismo tiempo, puedan generar actividades productivas de beneficio social y económico como, por ejemplo, Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) y pago por servicios ambientales.

### 3.3.3 Pastos Marinos

Los pastos marinos conforman el único grupo representante de las angiospermas marinas que ha evolucionado de tierra firme al mar, y su adaptación al medio marino. Se trata de unas 57 especies (de las aproximadamente 250.000 existentes en toda la biosfera), agrupadas en doce géneros y cuatro familias (Kuo y Hartog, 2001), más una especie, género y familia adicional (*Ruppia* ma-

ritima, *Ruppia*) de hábitos *eurihalinos* que oscilan desde aguas dulces a marinas (Short et ál., 2001). Su clasificación es estrictamente ecológica y la mayor parte de las especies pertenece a las familias *Hydrocharitaceae* y *Cymodoceaceae*.

**Figura 3.15** *Thalassia testudinum*



Fotografía: Diana Isabel Gómez

En el Gran Caribe existen 9 especies de las cuales seis (6) se encuentran representadas en el Caribe colombiano y conforman uno de los ecosistemas más característicos e importantes de la zona; son consideradas, además, como uno de los seis ecosistemas marino-costeros estratégicos, junto con los arrecifes de coral, los manglares, los litorales rocosos y los fondos sedimentarios (playas y ambientes de fondos blandos) y estuarios. La composición de las praderas de pastos marinos está dada principalmente por *Thalassia testudinum* y *Syringodium* filiforme y en menor proporción de *Halodule wrightii* y *Halophila decipiens*. Existen dos especies más que no son tan frecuentes y tampoco forman grandes praderas, y se encuentran supeditadas a ciertas áreas con características particulares de salinidad y sustrato fino, como son *Halophila baillonis* y *Ruppia maritima*.

Díaz et ál., (2003) registraron que la extensión de los pastos marinos en el Caribe colombiano es de alrededor de 43.223 ha, de las cuales el 80,3% del total de praderas existentes se encuentran en el departamento de La Guajira, donde ocupan aproximadamente 34.674 ha. De acuerdo con Gómez-López et ál., (2005) en un estudio realiza-



do para Corpoguajira se calculó que estas áreas han sido subestimadas, incrementándose su proporción en al menos 2%, por su presencia en la Península de La Guajira, entre Bahía Tukakas y Punta Gallinas.

El monitoreo más extenso llevado en Colombia para este ecosistema ha sido el realizado a través de la red Caribbean Coastal Marine Productivity Programme (CARICOMP) en la bahía de Chengue, en los últimos 10 años. Al comparar los resultados obtenidos de estas praderas con otras localidades de la red Caricom, los valores promedio tienden a ubicarse en los límites superiores (ver Caricom, 1997; Linton y Fisher, 2004) y sugieren que esta pradera se ha caracterizado a lo largo del monitoreo por su vitalidad y buen estado de conservación (Rodríguez-Ramírez y Garzón-Ferreira, 2003).

### 3.3.4 Litorales rocosos

Corresponden a la interfase rocosa entre el mar y la tierra, que periódicamente queda cubierta o expuesta por los cambios de las mareas, (Steer et al., 1997; INVEMAR, 2000). Esta franja puede estar conformada por rocas metamórficas, ígneas y/o sedimentarias, estas últimas pueden ser bioclásticas o calcáreas (esqueletos fosilizados de coral; Posada-Posada y Henao-Pineda, 2007). Los litorales rocosos son considerados ecosistemas marinos estratégicos (IDEA-UN, 1994; Márquez y Acosta, 1995; Colciencias, 1999), por el beneficio que obtienen los hombres de la explotación y venta de algunos organismos que ahí habitan. Para la ecología son importantes, ya que intercambian materia y energía con ecosistemas adyacentes, brindan alimento, refugio y crianza a una gran diversidad de especies adaptadas fisiológica y morfológicamente para sobrevivir en superficies verticales, con prolongados periodos de desecación, fuertes cambios de salinidad, temperatura y alto impacto de oleaje (Little y Kitching, 1996; Díaz-Pulido, 1997).

**Figura 3.16** Litorales rocosos representativos de las zonas costeras. A. Bahía Hondita, Guajira; B. Bahía Solano, Chocó; C. Río Juradó, Chocó; D. Playa Brava, PNN Tayrona, Magdalena



Fotografías: (A) Diana Isabel Gómez; (B) David Morales; (C) Emilio Moreno; (D) Diana Lozano B.

Entre las conclusiones más relevantes se pueden destacar:

Los problemas ambientales más frecuentes que enfrentan los litorales rocosos se relacionan con la erosión, contaminación, destrucción del hábitat por extracción o destrucción de rocas, construcción de infraestructura sobre estos, sobreexplotación de recursos, disposición de basuras y vertimientos de aguas servidas, lo cual genera cambios en poblaciones biológicas, menor ingreso a los pescadores y deterioro paisajístico.

Muchos recursos de los litorales se encuentran subutilizados, como es el caso de las macroalgas y su potencial económico en la producción de agares y goma vegetal, por lo que se recomendaría mayores esfuerzos en estudios de bioprospección de los organismos de este ecosistema.

### 3.3.5 Fondos blandos

Los fondos blandos son ecosistemas conformados por la acumulación de partículas sedimentarias como arenas, arcillas, cienos y limos, en un sustrato inestable y de baja complejidad topográfica. Constituyen uno de los ecosistemas más extensos del planeta, y se encuentran desde el nivel más alto de la marea hasta las grandes profundidades (0 y 10.000 m de profundidad). Predominan en el mar territorial del Caribe y el Pacífico colombiano, con una extensión estimada de 889.400 km<sup>2</sup>, que comprende el 99,5% de los ecosistemas submarinos (Guzmán-Alvis y Solano, 2002). Los organismos bentónicos, habitantes de este ecosistema, representan un importante eslabón en el reciclamiento de materia orgánica y en el flujo de energía en la trama alimentaria pelágica; es así como los invertebrados de fondos blandos (poliquetos, crustáceos y moluscos, entre otros) forman la base del flujo de energía desde el bentos hacia muchas especies en la comunidad de peces demersales (Crisp, 1984; Longhurst y Pauly, 1987).

El conocimiento de los fondos blandos en Colombia continúa siendo incipiente, en relación con la diversidad de especies que lo componen, las complejas

relaciones biológicas que allí se originan, así como la dinámica misma del ecosistema; su susceptibilidad a impactos tanto naturales como antrópicos y las estrategias de conservación a implementar, constituyen una multiplicidad de temáticas que podrían ser abordadas. Los estudios efectuados en el período analizado entre 1998 y 2008, en general, corresponden a trabajos aislados y puntuales, que con algunas excepciones no han sido complementados ni hacen parte de programas de monitoreo.

## 3.4 Especies

En este aparte del capítulo del Informe el IAvH incluye una aproximación a los indicadores de riqueza, distribución y representatividad taxonómica y geográfica de la biodiversidad colombiana en el nivel de especies; así mismo, se realiza una descripción de las especies fáunicas de interés ecológico especial para el Chocó biogeográfico dando, además, alertas de las especies amenazadas y las especies migratorias, y de la diversidad florística de la Amazonía, dentro de la que se observa un número significativo de especies introducidas y con antecedentes de invasión, el análisis de las condiciones del ecosistema acuático que busca contribuir a una gestión más acertada de las pesquerías amazónicas y la identificación de los vacíos y requerimientos de investigación en la Amazonía basada en revisiones bibliográficas.

### 3.4.1 Distribución geográfica de las especies a partir de registros del SIB <sup>12</sup>

La base de análisis de los indicadores de riqueza, distribución y representatividad taxonómica y geográfica de la biodiversidad colombiana en el nivel de especies, es el conjunto de más de 700.000 registros biológicos provenientes de diversas entidades que son visibles a través del Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SIB). Para garantizar coherencia y continuidad en la consolidación de la información, así como la comparabilidad de los indicadores producidos, se adoptó como criterio básico, utilizar únicamente información de-



bidamente documentada, publicada y oficial en lo que respecta a Colombia. Con las limitaciones inherentes a este enfoque y a la disponibilidad de información, se busca contribuir simultáneamente a evaluar el estado de la biodiversidad y de la información misma.

Los indicadores de biodiversidad al nivel de especies (presencia, cantidad, cualidad en el tiempo y en el espacio), constituyen información básica para la toma de decisiones sobre su conservación, conocimiento y uso. En este apartado se presenta el resultado sintético del análisis de un conjunto de 716,089 registros biológicos disponibles a través del SIB, que siguió un proceso sistemático de revisión y depuración de los datos, con el cual se consolidaron las consultas por niveles y grupos taxonómicos . Del total de registros se encontraron 32.318 especies y 4.192 taxones no identificados; el mayor número de especies registradas corresponde a la división *Magnoliophyta* (plantas con flores o angiospermas), seguida de los filos *Arthropoda* ( artrópodos) y *Chordata* (cordados). Para 3.016 especies se asociaron 4.391 taxones de nivel infraespecífico. El componente de biodiversidad continental (Salazar-Holguín et ál., 2010) contiene una descripción detallada de los análisis efectuados en todos los niveles taxonómicos<sup>13</sup>.

Una parte esencial de los registros biológicos de presencia de especies es la información geográfica asociada al sitio donde se encuentran dichas especies. Dadas las condiciones de los datos básicos y ante

la ausencia parcial de información sobre la ubicación de las especies, se realizó una aproximación a la distribución geográfica a partir de la información disponible de localización, que requirió una revisión exhaustiva de los países, departamentos, municipios y localidades, así como de las coordenadas y rangos altitudinales asignados a los registros. Una vez homologada su escritura y asignados los códigos del Departamento Administrativo de Estadística (DANE) e ISO, se agruparon en niveles taxonómicos y geográficos para generar un conjunto de indicadores que pudieran representarse en las tablas y en los mapas respectivos. A escala global se analizó el número de registros biológicos por país, indicador relacionado con el grado de intercambio científico internacional de algunos colectores y colecciones.

Estos indicadores brindan una aproximación inicial a la riqueza en biodiversidad y a la densidad de los datos disponibles. En adelante se espera avanzar en la producción sistemática de indicadores más precisos, que resulten de la consolidación del inventario nacional de la biodiversidad de Colombia visibles a través del SIB.

Con base en la extensión superficial calculada en el SIB sobre el mapa digital de División Político-Administrativa a escala 1:100.000, suministrado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, se elaboraron los indicadores de densidad, tanto de registros como de especies. A continuación se presentan en la Tabla 3.14 los resultados para cada departamento. (Figura 3.17)

**Tabla 3.14** Número y densidad de registros y especies por departamento

Departamento	Número de registros	Densidad registros/100 km <sup>2</sup>	Número de especies	Densidad especies/100 km <sup>2</sup>
Amazonas	38.576	35	6.861	6.29
Antioquia	113.129	180	10.502	16.68
Arauca	5.068	21	1.604	6.73
Atlántico	1.898	57	802	24.05
Bolívar	6.362	24	1.913	7.18
Boyacá	41.727	180	6.242	26.90

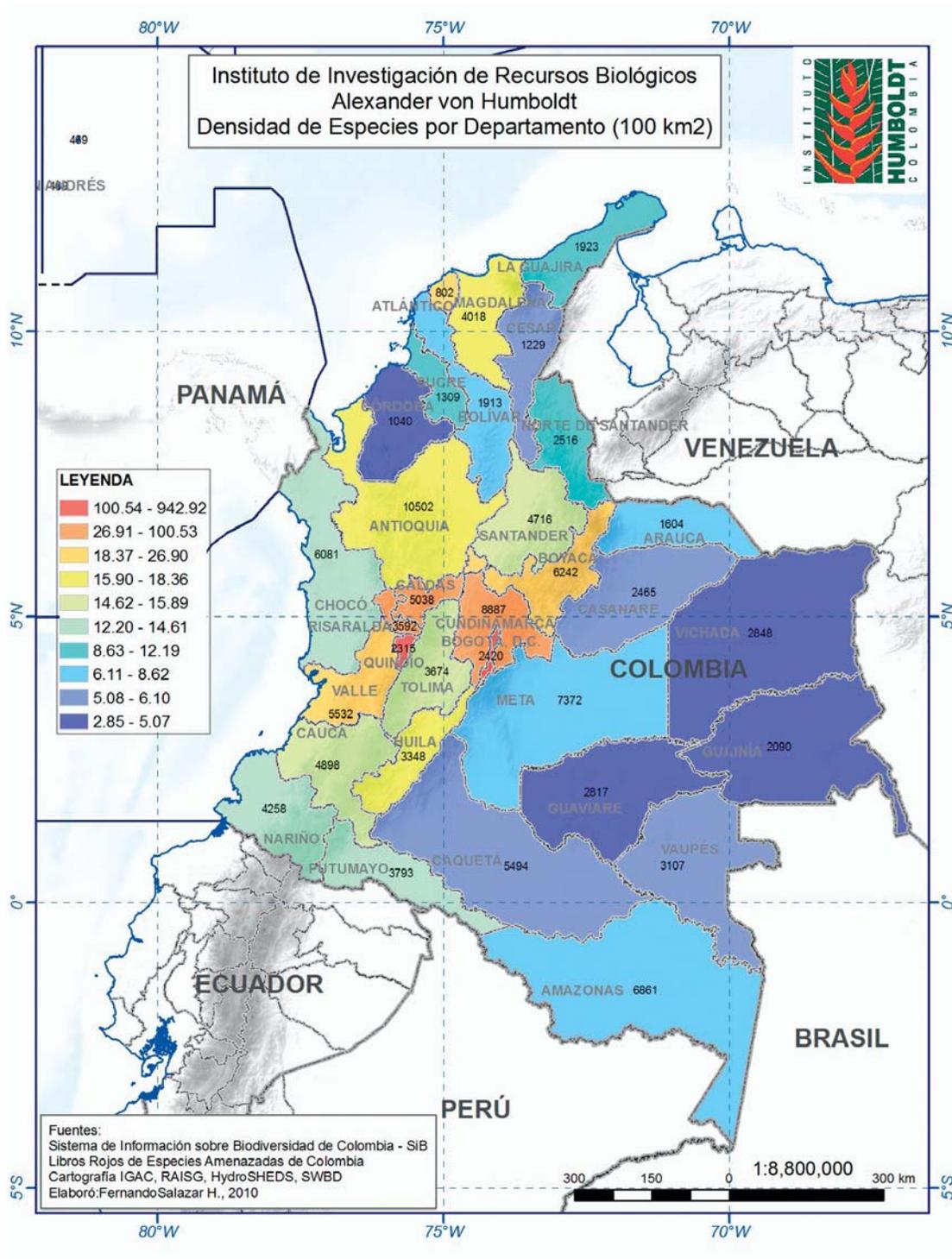
Continuación

Departamento	Número de registros	Densidad registros/100 km <sup>2</sup>	Número de especies	Densidad especies/100 km <sup>2</sup>
Caldas	72.508	976	5.038	67.83
Caquetá	29.167	32	5.494	6.10
Casanare	9.393	21	2.465	5.57
Cauca	15.687	51	4.898	15.89
Cesar	2.546	11	1.229	5.43
Chocó	34.153	71	6.081	12.60
Córdoba	4.527	18	1.040	4.16
Cundinamarca	59.738	267	8.887	39.73
Bogotá, D. C.	9.623	596	2.420	149.93
Guainía	5.540	8	2.090	2.93
Guaviare	10.116	18	2.817	5.07
Huila	27.487	151	3.348	18.36
La Guajira	5.273	26	1.923	9.33
Magdalena	17.918	78	4.018	17.38
Meta	31.580	37	7.372	8.62
Nariño	14.319	46	4.258	13.57
Norte de Santander	7.407	34	2.516	11.54
Putumayo	9.190	35	3.793	14.61
Quindío	12.814	663	2.315	119.81
Risaralda	22.645	634	3.592	100.53
Santander	18.573	61	4.716	15.44
San Andrés	1.907	3.834	469	942.92
Sucre	9.296	87	1.309	12.19
Tolima	10.328	43	3.674	15.22
Valle	20.206	97	5.532	26.64
Vaupés	11.761	22	3.107	5.81
Vichada	25.322	25	2.848	2.85
S.I. (área en litigio / registros sin Dept.)	5.303	N.A.	2.805	N.A.
Totales	711.087	62	35.278	3.09

Fuente: Registros biológicos disponibles a través del Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SIB). [www.siac.net.co](http://www.siac.net.co)



**Figura 3.17** Densidad de especies por departamento a partir de registros del SIB



### 3.4.2 Especies fáunicas de interés ecológico especial del Chocó biogeográfico

En los bosques húmedos<sup>14</sup>, nubosos y secos, ciénagas, páramos y manglares del Chocó biogeográfico se concentra una enorme diversidad paisajística y ambiental, que posibilita la ocurrencia de más del 40% de los vertebrados de Colombia; la gran variedad de animales, está representada, sobre todo por especies de tamaño relativamente pequeños; gran parte de estos pueden volar o trepar lo que les permite refugiarse en los árboles y aprovechar los nichos y recursos que están disponibles en ellos. Muchos de estos animales tienen la particularidad de mimetizarse encontrando su máximo desarrollo en el Chocó biogeográfico.

Vale la pena mencionar que muchas de estas especies poseen un rango de distribución restringido a la región o a pequeñas localidades; otras por la alta presión ejercida sobre los ecosistemas se encuentran en algún grado de amenaza según la UICN o se encuentran dentro de los apéndices CITES, y muchas otras especies de aves y mamíferos tienen como punto sur de migraciones esta región. Los aspectos mencionados aquí dejan en evidencia la

importancia de hacer un seguimiento del estado de la fauna, máximo cuando hay un alto porcentaje de riqueza, endemismos, migraciones y amenazas en una franja tan pequeña.

El Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico ha realizado esfuerzos generales para el conocimiento de escenarios biológicos singulares y en especial ha documentado las especies de gran importancia biológica que los integran, por medio de un INDICADOR denominado: "Estado de las especies fáunicas de interés ecológico especial del Chocó biogeográfico".

Es el caso de la Ictiofauna contenida en los humedales continentales de la cuenca media del Atrato, en los cuales se identificaron dos especies de peces amenazadas, según la UICN y una especie en apéndice II del CITES (Tabla 3.15). En este mismo sentido las investigaciones del IIAP, reportan fauna de vertebrados (aves, mamíferos y herpetos) de interés ecológico especial (migratorias, endémicas, amenazadas y CITES) asociadas a ecosistemas estratégicos como los páramos con 3 spp, las ciénagas 29 spp, los bosques nubosos 29 spp y los ecosistemas montañosos asilados de los andes 23 spp.

**Tabla 3.15 Lista de vertebrados de interés ecológico especial para los humedales continentales del Atrato**

AVIFAUNA				
Especie	Familia	Cat. de amenaza	Cat. CITES	Endem-migrac.
<i>Crax rubra</i> (Paujil del Chocó)	<i>Cracidae</i>	VU		
<i>Pyrilla pirilia</i> (Cotorra cariamarilla)	<i>Psittacidae</i>	VU		Casi-endémica
<i>Chauna Chavarría</i> (Chavarría)	<i>Anhimidae</i>	VU		
<i>Anas discords</i> (Pato)	<i>Anatidae</i>	VU		Migratorias
<i>Cathartes aura</i> (Laura)	<i>Cathartidae</i>			Migratorias
<i>Pluvialis squatarola</i> (Chorlo)	<i>Charadriidae</i>			Migratorias
<i>Crax rubra</i> (Paujil del Chocó)	<i>Cracidae</i>	VU	Apéndice III	
<i>Ara ararauna</i> (Guacamaya aliamarilla)	<i>Psittacidae</i>		Apéndice I	
<i>Pyrilla pulcra</i> (Cotorra carirrosada)	<i>Psittacidae</i>			Casi-endémica
<i>Bucco noanamae</i> (Bobo de noanama)	<i>Bucconidae</i>			Casi-endémica
<i>Cairina moschata</i>	Pato real	VU		
<i>Pilherodius pilatus</i>	Garza moñuda	VU		
<i>Penelope purpuracens</i>	Pava	VU		
<i>Agelaius icterocephalus</i>	Toche cienaguero	VU		
Mamíferos				
<i>Allouata palliata</i> (Mono cariblanco)	<i>Cervidae</i>	LR/vu		



Continuación

AVIFAUNA				
Especie	Familia	Cat. de amenaza	Cat. CITES	Endem-migrac.
<i>Felis pardalis</i> (Tigrillo)	<i>Felidae</i>	VU		
<i>Pantera onca</i> (León)	<i>Felidae</i>	VU		
<i>Puma concolor</i> (Tigre)	<i>Felidae</i>	VU		
<i>Lontra longicaudis</i> (Nutria)	<i>Mustelidae</i>	VU		
<i>Tayasu pecari</i> (Tatabro)	<i>Tayasuidae</i>	VU		
<i>Lontra longicauda</i> (Nutria)	<i>Mustelidae</i>	VU		
<i>Myrmecophaga tridactyla</i> (Oso Caballo)	<i>Myrmecophagidae</i>	VU		
<i>Orthogeomys</i> sp (Covatierra)	<i>Geomyidae</i>			Endémica
Reptiles				
<i>Caimán crocodylus</i> (Babilla)	<i>Crocodylidae</i>		Apéndice II	
<i>Chelyra serpentina</i> (Bache)	<i>Chelidrydae</i>		Apéndice II	
Anfibios				
<i>Ranitomeya minuta</i> (Rana venenosa)	<i>Dendrobatidae</i>		Apéndice II	
Ictiofauna				
<i>Prochilodus magdalenae</i> (Bocachico)	<i>Prochilodontidae</i>	CR		
<i>Ageneiosus pardalis</i> (Doncella)		EN		
<i>Potamotrygon magdalenae</i> (Raya)	<i>Potamotrygonidae</i>		Apéndice II	

Aves amenazadas, se registraron 8 especies con algún grado de amenaza, según Salaman et al; (2009) como son el Águila crestada (*Spizaetus isidori*); la Pava negra (*Aburria aburri*); Toropisco del Pacífico (*Cephalopterus penduliger*); el Go-



rrión tangerino (*Oreothraupis arremonops*); la Tangara del Tatamá (*Bangsia aureocinata*); Tangara aurinegra (*Bangsia melanochlamys*), y Musquerito gargantilla (*Iridosornis porphyrocephalus*) (Tabla 3.16).

**Tabla 3.16** Lista de aves de interés ecológico especial para los bosques nubosos

Taxón			Abundancias		Nombre Común	
Orden	Familia	Especies	C.A			
Apodiformes	<i>Trochilidae</i>	<i>Amazilia rosenbergi</i>		C-end	Amazilia del Chocó	
		<i>Heliodoxa imperatrix</i>		C-end	Diamante coronado	
Falconiformes	<i>Accipitridae</i>	<i>Spizaetus isidori</i> *	NT		Águila crestada	
Galliformes	<i>Cracidae</i>	<i>Aburria aburri</i> *	NT		Pava negra	
Passeriformes	<i>Cotingidae</i>	<i>Cephalopterus penduliger</i> *	VU	C-end	Toropisco del Pacífico	
		<i>Pipreola jucunda</i>		C-end	Frutero verdinegro	
		<i>Oreothraupis arremonops</i> *	VU	C-end	Gorrión tangerino	
	<i>Hirundinidae</i>	<i>Progne chalybea</i>			migra	Golondrina de campanario
		<i>Progne subis</i>			migra	Golondrina púrpura
	<i>Thamnophilidae</i>	<i>Thamnophilus multi-triatus</i>			C-end	Barata carcajada
	<i>Thraupidae</i>	<i>Anisognathus notabilis</i>			C-end	Tangara del Pacífico
		<i>Bangsia aureocinata</i>	EN		end	Tangara de Tatamá

Taxón			Abundancias		Nombre Común
Orden	Familia	Especies	C.A		
Passeriformes	Thraupidae	<i>Bangsia melanochlamys</i>	VU	end	Tangara Aurinegra
		<i>Chlorochrysa phoenicotis</i>		C-end	Tangara Esmeralda
		<i>Diglossa indigotica</i>		C-end	Picaflor del Chocó
		<i>Hemithraupis guira</i>		Nuevo	Pintasilgo Güira
		<i>Iridosornis porphyrocephalus</i>	NT	C-end	Mosquerito gargantilla
		<i>Tangara nigroviridis</i>		Nuevo-migra	Tangara berilina
Piciformes	Capitonidae	<i>Semnornis ramphastinus*</i>	NT	C-end	Compás

NT = Información escasa, C-end = Casi endémica, VU = Vulnerable, End = Endémica

Los mamíferos en general, son representantes de la fauna endémica de los Andes y de la media y baja montaña del Pacífico colombiano; entre estas podemos encontrar algunas especies que actualmente presentan graves amenazas de conservación y, por ende, se encuentran en los listados de la UICN. En este sentido el cerro Galápagos alberga 7 spp clasificadas como vulnerables: *Tremarctos ornatus* (Oso de anteojos), *Panthera*

*onca* (Tigre), *Puma concolor* (León); *Tayassu pecari* (Sahino), *Mazama americana* (Venado); además, se reportó bajo esta categoría (VU) la "Comadreja Colombiana" *Mustela felipei*, que ha sido catalogada como el mamífero más raro en Suramérica; los únicos cinco ejemplares que han sido estudiados provienen de Colombia y Ecuador. Uno en particular fue capturado en el Alto Galápagos, límite al Sur del Parque, UICN, s.f. (1995).

**Tabla 3.17** Lista de mamíferos de interés ecológico especial para los bosques nubosos

Familia	Especie	Categoría UICN
<i>Ursidae</i>	<i>Tremarctos ornatus</i> (Oso de anteojos)	VU
<i>Felidae</i>	<i>Leopardus pardalis</i> (Tigrillo)	VU
<i>Felidae</i>	<i>Panthera onca</i> (Tigre)	VU
<i>Felidae</i>	<i>Puma concolor</i> (León)	VU
<i>Mustelidae</i>	<i>Mustela felipei</i> (Comadreja)	VU
<i>Tayasuidae</i>	<i>Tayassu pecari</i> (Sahino)	VU
<i>Cervidae</i>	<i>Mazama americana</i> (Venado)	VU

Aves Amenazadas: Se registraron 5 especies con algún grado de amenaza según UICN (2010): *Crypturellus kerriae* (Tinamu del Chocó), *Ara ambiguus* (Guacamaya verdelimon), *Xenornis setifrons* (Hormiguero de Tacarcuna), *Crax rubra* (Paujil del Chocó) y *Accipiter collaris* (Azor collar). Uno de los principales agentes causantes del grado de amenaza de estas especies, en el

cerro de Tacarcuna, es la pérdida de su hábitat por causa de la transformación de los bosques en cultivos, la tala selectiva de los árboles maderables que son el refugio y hábitat de especies de gran porte, todo esto sumado a la cacería indiscriminada de especies, son factores que causan una enorme amenaza para la fauna de la región (Tabla 3.18).

**Tabla 3.18** Lista de aves de interés ecológico especial para los ecosistemas aislado

Taxón			Importancia ecológica	
Orden	Familia	Especies	Categoría de amen.	Endemismos -migraciones
Psittaciformes	<i>Psittacidae</i>	<i>Ara ambiguus</i>	EN	
		<i>Heliodoxa jucula</i>		Nuevo registro
	<i>Trochilidae</i>	<i>Amazilia rosenbergi</i>		C-end
		<i>Chalybura urochysia</i>		Nuevo registro
		<i>Accipiter collaris</i>	NT	Nuevo registro



Continuación

Taxón			Importancia ecológica		
Orden	Familia	Especies	Categoría de amen.	Endemismos -migraciones	
Galliformes	Cracidae	<i>Crax rubra</i>	VU		
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Riparia riparia</i>		Migra	
		<i>Progne chalybea</i>		Migra	
		<i>Progne subis</i>		Migra	
	Parulidae	<i>Dendroica petechia</i>			Migra
		<i>Willsonia canadensis</i>			Migra
		<i>Oporornis philadelphia</i>			Migra
	Thamnophilidae	<i>Xenornis setifrons</i>	VU		C-end
		<i>Pheugopedius spadix</i>			C-end
	Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>			Migra
		<i>R. brevis</i>			C-end
		<i>Crypturellus kerriae</i>	VU	C-end	

La Mastofauna, aunque fue poco observada, los indicios (huellas, heces, pelajes, etc.) permitieron determi-

nar la presencia de 17 especies, de las cuales 6 presentan algún grado de amenaza según la UICN (Tabla 3.19).

**Tabla 3.19 Lista de mamíferos de interés ecológico especial para los ecosistemas aislados**

Orden	Familia	Especie	Nombre local	Categoría UICN	CITES	Migrat
Rodentia	Muridae	<i>Akodon sp</i>	Ratón de monte	DD		
Primates	Callitrichidae	<i>Sanguinus geoffroyi</i>	Michichi	VU		
		<i>Sanguinus oedipus</i>	Michichi	VU		
	Cebidae	<i>Ateles fusciceps</i>	Mica negra	CR		
	Felidae	<i>Panthera onca</i>	Tigre	VU		
Perissodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus bairdii</i>	Danta	CR		

**Ofidios venenosos por especies y por departamento en el Chocó biogeográfico.**

mayor accidentalidad es la del género *bothrops* conocida en la región como "equis".

Se reporta para el Chocó Biogeográfico 18 especies venenosas. El género más común es el *Micrurus*, el cual guarda relación con las especies conocidas comúnmente como Corales, pero la de

En las categorías UICN los ofidios venenosos presentes en el Chocó biogeográfico se encuentran en buen estado de conservación si se tiene en cuenta que solamente el 27.78% se encuentra "en peligro", mientras que el 72.22% estaría fuera de las categorías de alerta (Tabla 3.20).

**Tabla 3.20 Número de especies de ofidios venenosos en el Chocó biogeográfico**

No.	Nombre común	Nombre técnico	Ocurrencia por departamento						Ocurrencia por departamento y zona	Categoría UICN				
			AN	CA	CH	N	R	V		CR	EP	EN	VUL	LR
1	Coral gargantilla	<i>Micrurus ancoralis</i>		X	X	X		X	CH: Lloró y Pacurita, N: La Guayaquina, V Bajo Anchicaya, Cajambre, Q Sierpecita		X			
2	Coral de labios manchados	<i>Micrurus clarki</i>		X	X	X			CH: Istmina, Rio Sucio, C: Guapi		X			
3	Candelilla	<i>Micrurus dissoleucus</i>			X				CH: Istmina, (Anadagoya)		X			

No.	Nombre común	Nombre técnico	Ocurrencia por departamento						Ocurrencia por departamento y zona	Categoría UICN				
			AN	CA	CH	N	R	V		CR	EP	EN	VUL	LR
4	Coralilla	Micrurus dumerilli	X	X	X		X	X	CH: San José del palmar, Lloró, Tadó, V Buenaventura					
5	Rabo de ají	Micrurus mipartitus	X	X	X		X	X	C: Guapí, Gorogona, Ch: Istmina, Rio Sucio					
6	Coral Macho	Micrurus multifasciatus						X	V: Darién					
7	Coral del Cauca	Micrurus multiscutatus		X				X	CH Purré, C: Tinbiquí, V: Bajo Calima					
8		Micrurus nigrucinctus	X						A: Turbo (Currulao)					
9	Coral de Cabeza de mariposa	Micrurus spurelli		X	X			X	Condotó, Itsmina					
10	Serpiente amarilla de mar	Plemaris platurus		X	X	X		X	CH: Juradó, C: Gorgona V: Buenaventura					
11	Oropel	Bothriechis schlegelii							CH: Alto Baudó, Tadó, V: Anchicayá, Bajo Calima, N: Tumaco					
12		Bothriosis punctata	X	X	X	X	X	X	CH: San José del palmar, Tadó, V Bajo Calima	X				
13	Crotalo del patia	Bothrocophias miersii		X				X	Q Guaguí, rio patía, Cauca					
14	Mapaná, X	Bothrops asper		X	X				CH: Acandí, Tutunendo, Lloró, Novita, C: Guapi, Puerto Merizalde, N: Tuma-co, V Malaga, Buenaventura, R: Pueblo Rico.					
15	Vibora de fosa	Bothrops punctatus			X					X				
16	Verrugosa	Lachesis muta		X	X	X	X	X	CH: Novita, Lloró, Tutunendo, Pacurita. V. Bajo Calima, Anchicaya					
17	Patoco	Porthidium lansbergii	X	X										
18	Coral narizona	Porthidium nasatum	X		X	X		X	A: Turbo, CH: Lloró, Pacurita, V: Bajo Calima, Anchicaya, Cajambre					

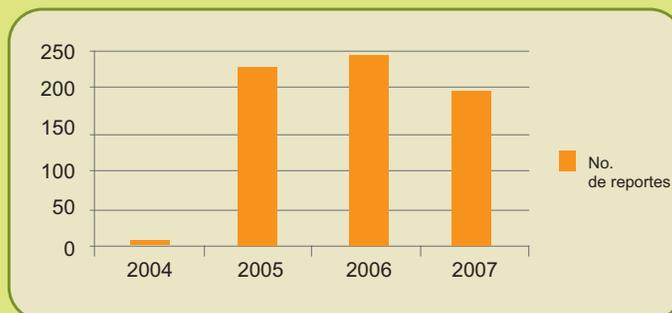
A: Antioquia, CA: Cauca, CR: Córdoba, CH: Chocó, N: Nariño, R: Risaralda, V: Valle  
CR: Peligro crítico, EP: En peligro, EN: Endémico, VUL: Vulnerable, LR: Poco amenazada.

Desde octubre de 2004, el Ministerio de la Protección Social en Colombia declaró el accidente ofídico un evento de notificación obligatoria, el cual se realiza por el Sistema de Vigilancia Epidemiológica SIVIGILA, que funciona por semanas epidemiológicas y la información

se reporta anualmente, de la primera semana de enero a la última semana de diciembre. De allí, se explica el pobre registro de 2004 y el aumento gradual de información ya que solo hasta 2006 se realizó la socialización en todo el país.



Accidentes ofídicos reportados en el Chocó Biogeográfico por año



En la figura anterior se observa que el reporte de accidente ofídico del año 2004 no fue significativo, ya que solo ese año se hizo un evento de notificación obligatoria y las Secretarías de Salud departamentales no reportaron la información total y los tres departamentos que lo hicieron la presentaron incompleta.

Se encontró que la especie agresora con mayor reporte clínico de accidente ofídico en el Chocó biogeográfico es la *Bothrops asper*; esta se encuentra en el 99% de los casos, seguida de la *Pelamis platurus* con el 1% de los casos; este reporte coincide con lo citado en la literatura. Este resultado se debe a varias razones como: que en las áreas con mayor frecuencia de accidente, cuando este se presenta, no se observa la especie agresora, no se captura la misma, falta de información de la especie, y al llenar el formato no se hacen todas las preguntas de rigor y el personal médico da por supuesto que es el *Bothrops asper* porque es la especie que más predomina en el área o la gran mayoría de los pacientes dicen que es la equis o mapaná que los mordió.

Los reportes de accidentes ofídicos encontrados en el SIVIGILA de 2004 a 2007 de muestran que el departamento con mayor novedad es Cauca con 208 casos, seguido de Nariño con 196 casos,

Valle del Cauca 176 casos, Chocó con 77 casos y Antioquia con 3 casos. Se reportó mortalidad en tres departamentos: Antioquia y Chocó con 3 casos cada uno y el Valle del Cauca con un caso. Lo que significa que aunque el departamento del Chocó y Antioquia tienen el menor número de registro de accidentes ofídicos, presentan el mayor número de mortalidad confirmando lo reportado en la literatura.

En el Chocó Biogeográfico se encontró que el 60% de las víctimas de mordeduras de serpientes son inicialmente tratados por medicina tradicional (curanderos o chamanes) usando plantas medicinales de diferentes formas, de acuerdo al estado clínico del paciente; así mismo las secretarías de salud departamentales reportan que la disponibilidad de suero antiofídico en el Chocó Biogeográfico es deficiente ya que el suministro del mismo está basado en los reportes de accidentes que se presentan y finalmente tener un stock de los sueros polivalentes que se producen en el país que son líquidos no es factible, ya que las condiciones de deficiencia energética de la región no permiten garantizar la cadena de frío necesaria para su conservación; haciendo que la tasa de mortalidad por este tipo de accidentes sea mayor.

### 3.4.3 Diversidad florística y recursos hidrobiológicos en la Amazonía Colombiana

Como se mencionó con anterioridad, la evaluación que se realiza sobre la biodiversidad en la Amazonía se desarrolla en dos grandes partes: una trata a fon-

do el tema de la diversidad florística y la segunda expone el tema de recursos hidrobiológicos. Adicional a estos resultados, en la presente sección se incluye un análisis de las tendencias de investigación sobre fauna silvestre, evaluación reciente realizada por el Instituto SINCHI.

## Flora

El desconocimiento de la diversidad florística y de los procesos de transformación de las coberturas vegetales naturales de la Amazonía Colombiana, es uno de los principales factores que conlleva al uso inadecuado del recurso, originando pérdida de la diversidad biológica y cultural. El conocimiento y caracterización de las coberturas vegetales, así como la identificación y valoración de especies vegetales promisorias y el rescate del saber etnobotánico de las comunidades de la región, aportarán pautas para el diseño de programas de manejo integral de los recursos, formulación de planes de ordenamiento territorial, monitoreo y restauración de ecosistemas en cada una de las ecorregiones.

En áreas estratégicas de la Amazonía Colombiana, se pretende obtener un mejor conocimiento de la diversidad, estructura de la vegetación y potencialidades de las plantas útiles. Este proyecto permitirá establecer colecciones, bancos de datos e información georreferenciada, caracterización de paisajes, acopio de información etnobotánica, así como información acerca de la oferta ambiental de especies promisorias de la región Amazónica. Con los elementos de información y las colectas referidas se podrán formular pautas para la formulación de políticas de manejo y conservación de la diversidad vegetal en la Amazonía Colombiana. Por otra parte, se obtendrá información acerca de la identificación, valoración y oferta ambiental natural de especies promisorias, diagnóstico del estado de conservación de los ecosistemas, identificación de áreas prioritarias para restauración, conservación y monitoreo.

Por tratarse de una zona con grandes vacíos de información sobre su diversidad y composición florística, se presentan los resultados obtenidos para la región centro-sur del departamento del Vaupés y la región del alto río Negro en el departamento del Guainía, en el marco del proyecto "Inventario florístico en áreas estratégicas de la Amazonía Colombiana"

## Alto río Negro en el departamento del Guainía

Para la evaluación del alto río Negro se estudiaron las diferentes coberturas de vegetación entre la Serranía de Naquén y el la Piedra de Cocuy (límites entre Brasil, Colombia y Venezuela). En total se registraron 210 especies agrupadas en 156 géneros y 73 familias botánicas. Las familias con mayor número de especies fueron *Rubiaceae* con 25 especies, *Clusiaceae* y *Melastomataceae* con 10 cada una, y *Caesalpinaceae* con 9 especies. Las 11 familias con mayor número de especies reúnen el 46 % del total de especies; por otro lado, 33 familias fueron representadas por una sola especie (Tabla 3.21).

**Tabla 3.21 Familias con mayor número de especies en el alto río Negro**

Familia	N.º especies
<i>Rubiaceae</i>	25
<i>Clusiaceae</i>	10
<i>Melastomataceae</i>	10
<i>Caesalpinaceae</i>	9
<i>Annonaceae</i>	7
<i>Chrysobalanaceae</i>	7
<i>Euphorbiaceae</i>	7
<i>Fabaceae</i>	7
<i>Apocynaceae</i>	5
<i>Lauraceae</i>	5
<i>Malpighiaceae</i>	5

Fuente: SINCHI.

Los géneros con mayor número de especies fueron *Psychotria* (*Rubiaceae*) con 7 especies, *Clusia* (*Clusiaceae*) con 6, *Licania* (*Chrysobalanaceae*) y *Retiniphyllum* (*Rubiaceae*) con 4 especies cada uno. Donde resalta la familia *Rubiaceae* que tiene dos de los géneros con más especies, *Psychotria* y *Retiniphyllum* (Tabla 3.22).

**Tabla 3.22 Géneros con mayor número de especies en el alto río Negro**

Género	N.º especies
<i>Psychotria</i>	7
<i>Clusia</i>	6
<i>Licania</i>	4



Género	Nº. especies
<i>Retiniphyllum</i>	4
<i>Guatteria</i>	3
<i>Heterostemon</i>	3
<i>Macrobium</i>	3

Fuente: SINCHI.

### Briófitos y líquenes del Vaupés

De un total de 580 colecciones de flora no vascular (briófitos y líquenes) colectadas en el departamento del Vaupés, se ha determinado el 75% para un total de 27 familias (11 musgos, 10 hepáticas, 6 líquenes); 52 géneros (14 musgos, 28 hepáticas, 10 géneros) y 76 especies (20 musgos, 46 hepáticas, 10 líquenes). Los grupos vegetales de mayor dominio fueron las hepáticas foliosas y los musgos pleurocárpicos, seguidos de los líquenes fruticosos, foliosos y crustáceos, mientras que el desarrollo de las hepáticas talosas y los musgos acrocárpicos fueron escasos o raros (Figura 3.18).

Los principales sustratos, sobre los cuales se establecieron las especies evaluadas, fueron troncos vivos o en estado de descomposición, ramas, hojas, suelo y barrancos. En términos generales se concluye que la región de estudio se encuentra caracterizada por la presencia de las siguientes familias taxonómicas: *Lejeuneaceae*, *Plagiochilaceae*, *Lepidoziaceae*, *Calypogeiaceae*, *Pallaviciniaceae*, *Metzgeriaceae* y *Jubulaceae* (hepáticas); *Leucobry-*

*yaceae*, *Octoblepharaceae*, *Meteoriaceae*, *Neckeraaceae*, *Sematophyllaceae*, *Pilotrichaceae*, *Calymperaceae* y *Fissidentaceae* (musgos); *Cladoniaceae*, *Parmeliaceae*, *Lobariaceae*, *Coenogoniaceae*, y *Roccellaceae* (líquenes).

Los géneros característicos en su orden fueron: *Archilejeunea*, *Ceratolejeunea*, *Plagiochila*, *Bazzania*, *Micropterygium*, *Calypogeia*, *Symphogyna*, *Metzgeria* y *Frullania* (hepáticas); *Leucobryum*, *Octoblepharum*, *Zelometeorium*, *Neckeropsis*, *Sematophyllum*, *Callicosta*, *Callicostella* y *Fissidens* (musgos); *Cladonia*, *Cladina*, *Parmotrema*, *Heterodermia*, *Sticta*, *Lobaria*, *Cora* y *Chiodecton* (líquenes).

### Recursos hidrobiológicos

El Instituto SINCHI, con el fin de contribuir a una gestión más acertada de las pesquerías amazónicas, ha abordado el análisis de las condiciones del ecosistema acuático, en donde la actividad pesquera es un componente más del sistema, mediante la modelación ecosistémica de la pesquería de bagres, con el software ECOPATH, que permite una revisión de las interacciones del ecosistema y de los recursos que contiene (Polovina & Ow, 1983; Christensen & Pauly, 1993). Así mismo permite realizar la incorporación de todos los compartimentos del ecosistema (no limita el foco de interés solo a recursos pesqueros); así como los impactos de la pesquería, factores forzantes físicos e integración de información económica, social y ecosistémica al

**Figura 3.18** Criptógamas del departamento del Vaupés



Fotografías: SINCHI

análisis de estrategias de ordenamiento pesquero (Arancibia et ál., 2003).

De tal manera, se espera que la información que se posee sobre biología de los principales peces comercializados, la estadística pesquera, los ambientes acuáticos y sus flujos de energía, contribuya desde una perspectiva ecosistémica a definir potencialidades y funcionamientos de las dinámicas pesqueras.

En el modelo ECOPATH, se asume que el balance de masas se da cuando la producción de cualquier presa es igual a la biomasa consumida por los depredadores más la biomasa capturada (pesca), sin descontar las exportaciones de todo el sistema; por tanto, el flujo de energía dentro de y entre los grupos funcionales se describe mediante ecuaciones matemáticas. Una de ellas se conoce como ecuación de balance de energía para cada grupo funcional que describe el destino de la producción (Christensen et ál., 2005).

La simulación del ecosistema, asumiendo que se encuentra en estado de equilibrio, se realizó teniendo en cuenta información de pesquería de la zona de influencia de Leticia. En este sentido, los datos y el componente de longitud de tallas de las especies más abundantes en la zona de estudio provienen de la base de datos del Instituto, mientras que se accedió a documentos publicados (o material gris) de diversas investigaciones de otras instituciones que ha realizado jornadas de captura de peces, con el fin de definir diversidad, estructura y/o alimentación en el ecosistema acuático (Tabla 3.23).

La simulación del ecosistema, asumiendo que se encuentra en estado de equilibrio, se realizó teniendo en cuenta información de pesquería de la zona de influencia de Leticia. En este sentido, los datos y el componente de longitud de tallas de las especies más abundantes en la zona de estudio provienen de la base de datos del Instituto, mientras que se accedió a documentos publicados (o material gris) de diversas investigaciones de otras instituciones que ha realizado jornadas de captura de peces, con el fin de definir diversidad, estructura y/o alimentación en el ecosistema acuático (Tabla 3.23).

**Tabla 3.23 Variables de peces de interés económico calculadas con ayuda del programa FISAT para ser integradas como datos de entrada del Modelo ECOPA**

Especie	Loo	K	to	M	a	b	Log QB	QB	P/B
P. punctifer <sup>1</sup>	134,3	0,43	-0,50	0,46160	0,00009	2,69	1,41516	26,0114	1,14825
B. rousseauxii <sup>1</sup>	145,3	0,28	-1,12	0,29992	0,000014	2,99	1,39207	24,6646	1,34274
B. filamentosum <sup>1</sup>	209,8	0,21			0,0102	3,0	1,2908	19,5355	1,1774
Z. Zungaro <sup>1</sup>	109,2	0,30		0,56778	0,0151	3,0	0,86174	7,27360	1,4602
B. platynema <sup>1</sup>	109,8	0,33		0,52304	0,0006	2,97	1,16907	14,7596	1,3068
C. macropterus <sup>1</sup>	59,24	0,60		0,85761	0,00005	2,89	1,54743	35,2721	1,8678
H. edentatus <sup>2</sup>	59,2	0,21		0,53417	0,0075	3,08	1,05755	11,4170	1,4602
P. squamosissimus <sup>2</sup>	62,4	0,17	0,37	0,46058	0,1148	2,41	1,04684	11,1388	1,2724
B. cephalus <sup>2</sup>	58,8	0,47	-0,74	0,90724	0,0106	3,10	1,02153	10,5084	2,1435
P. castelnaeana <sup>2</sup>	90,0				0,0175	3,0	1,56399	36,6434	
H. malabaricus <sup>2</sup>	48,1	0,29	-0,05	0,70	0,0136	3,12	1,04775	11,1624	1,3802
P. granulatus <sup>2</sup>	85,6	0,18		0,42073	0,0365	2,88	1,57181	37,3094	2,1435
P. nigricans <sup>1</sup>	45,9	0,19		0,38	0,0211	2,8592	1,62416	42,0889	2,9330

Fuente: SINCHI.

NOTA: Loo = Longitud máxima que alcanzaría el pez, K = constante de crecimiento para algunos bagres de la Amazonía, to = tiempo al momento de eclosión de la larva del pez, M = mortalidad natural de la especie, a y b = coeficientes de la relación longitud- peso de la especie, QB = relación consumo/biomasa de la especie, P/B = relación producción/biomasa de la especie. 1. Calculados a partir de información de base de datos del Instituto. 2. Calculados a partir de información secundaria y FISHBASE

El modelo ecotrófico preliminar del ecosistema Amazonas para Leticia considera 26 grupos funcionales, siendo la mayoría sobre recursos pesqueros. Los componentes se diferencian entre detritos, bosque inundable, fitoplancton, macrófitas, zooplanc-

ton, invertebrados acuáticos y terrestres, peces y bentos. En este modelo preliminar no se ha incluido otros depredadores como caimán, delfines y aves. Los datos de entrada del modelo provienen de diferentes fuentes y de información generada por el



Instituto. Los 26 componentes del ecosistema se distribuyeron en 4 niveles tróficos, relacionándose entre ellos desde el nivel 1 (productores primarios) hasta los grandes depredadores como los bagres (nivel mayor a 3).

Los 8 bagres de mayor interés comercial en la región fueron acomodados en un compartimiento para cada uno, como también otras 11 especies de peces de representatividad en la región. Para los primeros, las variables biomasa – B (masa total de cada grupo viviente), producción por biomasa – PB (generación de tejido por un grupo de organismos en un período de tiempo tasado en años. La relación tiende a ser mayor para grupos con ciclos de vida cortos  y consumo por biomasa – QB (co-

rresponde al alimento ingerido por un grupo durante un período de tiempo considerado), fueron estimadas utilizando fórmulas empíricas como la de Pauly (1980), Allen (1971), Palomares y Pauly (1988).

Para compartimentos diferentes a peces, se utilizó literatura regional generada para fitoplancton, macrófitos, perifiton, bentos, zooplancton e insectos (Urbano López, 2003; Angelini et ál., 2006). Al observar la salida de información calculada con ECOPATH (Tabla 3.24), los mayores niveles tróficos fueron registrados para peces depredadores de tope (bagres) y otros piscívoros de porte menor; mientras que peces detritívoros, frugívoros y omnívoros presentaron niveles tróficos bajos (entre 2 a 2.9).

**Tabla 3.24 Parámetros básicos en el modelo por grupo funcional (obtenidos con el ECOPATH) utilizando la herramienta Mass Balance Mode**

	Grupo Funcional	Nivel Trófico	Biomasa (t/km <sup>2</sup> )	Prod./ biom. (/año)	Cons./ biom. (/año)	Eficiencia ecotrófica	Producción/ consumo	Capturas (t/km <sup>2</sup> )
1	Bosque inundable	1	39060	0,1	-	0,014	-	
2	Macrófitas	1	17,1	4	-	0,847	-	
3	Fitoplancton	1	17,1	205	-	0,782	-	
4	Perifiton	1	38	8,8	-	0,286	-	
5	Zooplancton	2,11	24,2	54,7	273,5	0,564	0,2	
6	Hoplias spp	3,24	0,139	1,38	11,162	0,9	0,124	
7	Invertebrados acuáticos	2	1,3	25	250	0,493	0,1	
8	Invertebrados terrestres	2	0,21	25	273,5	0,656	0,091	
9	<i>Mylossoma duriventre</i>	2,21	4,644	2,23	8,3	0,016	0,269	
10	<i>Serrasalmus</i>	3,46	0,331	1,6	6,73	0,9	0,238	
11	<i>Prochilodus nigricans</i>	2,17	0,548	2,933	42,089	0,94	0,07	
12	<i>Curimatidae</i>	2,22	4,74	1,7	12	0,16	0,142	
13	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	3,65	0,06	1,148	26,011	0,152	0,044	0,005
14	<i>Hypophthalmus edentatus</i>	2,89	4,123	1,46	11,417	0,087	0,128	0,0001
15	<i>Triportheus sp</i>	2	3,9	3,4	11,333	0,023	0,3	
16	<i>Schizodon spp</i>	2	2,8	4,52	15,067	0,071	0,3	
17	<i>Pimelodus sp</i>	2,38	3,9	1,9	8,3	0,012	0,229	
18	<i>B. rousseauxii</i>	3,44	0,0085	1,343	24,665	0,429	0,054	0,005
19	<i>B. filamentosum</i>	3,66	0,00912	1,177	19,536	0,074	0,06	0,001
20	<i>Z. zungaro</i>	3,26	0,003	1,46	7,274	0,356	0,201	0,002
21	<i>B. platynemum</i>	3,24	0,005	1,307	14,76	0,323	0,089	0,002
22	<i>C. macropterus</i>	2,72	0,0076	1,868	35,272	0,836	0,053	0,002
23	<i>P. squamosisimus</i>	3,23	0,221	1,272	11,139	0,8	0,114	
24	<i>Brycon spp</i>	2,35	0,196	2,144	10,508	0,972	0,204	
25	<i>P. castelnaeana</i>	2,76	0,000301	10,993	36,643	0,95	0,3	
26	<i>Loricariidae</i>	2,21	0,0424	4,12	42	0,969	0,098	
27	<i>Doradidae</i>	2,43	0,257	2,144	37,309	0,992	0,057	
28	<i>Benthos</i>	2,19	4,8	10,4	40	0,115	0,26	
29	<i>Detritus</i>	1	39060	-	-	0,534	-	

Fuente: SINCHI.

En la Tabla 3.25 se presenta La matriz de la dieta estimada.

**Tabla 3.25 Matriz de la composición de la dieta de los grupos considerados para el ecosistema Amazónico**

(área de influencia de Leticia) mostrando la depredación relativa (porcentaje) de un componente (columna) sobre otro (fila), lista para el balanceo del ecosistema mediante ECOPATH

Pre-sa	Depredador	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
1	<i>Floresta Alagada</i>				0,10	0,80								0,40					0,33		0,40				0,60	
2	<i>Macrofitas</i>			0,10								0,60									0,05					
3	<i>Fitoplancton</i>	0,40		0,10			0,20	0,10		0,20	0,10			0,10							0,10		0,20			0,17
4	<i>Perifiton</i>			0,10	0,10						0,10	0,40	0,10								0,05		0,13			0,17
5	<i>Zooplanc-ton</i>	0,10				0,10		0,15						0,10		0,05					0,10		0,10	0,30		0,17
6	<i>Hoplías spp</i>									0,10																
7	Invertebrados acuáticos		0,01			0,10			0,10	0,09				0,15					0,42		0,10	0,25	0,10	0,10		
8	Invertebrados terrestres												0,10								0,10	0,25				
9	<i>Mylossoma duriventre</i>									0,10					0,01							0,04				
10	<i>Serrasalmus spp.</i>		0,01							0,25					0,01	0,25	0,05									
11	<i>Prochilodus nigricans</i>		0,19				0,10		0,10	0,10					0,14	0,04	0,18	0,17		0,31		0,04				0,04
12	<i>Curimatidae</i>		0,20				0,10		0,10	0,10					0,17	0,04	0,09	0,17		0,21		0,04				0,04
13	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>															0,03										
14	<i>Hypophthalmus edentatus</i>						0,10								0,25					0,10						
15	<i>Tripottheus</i>		0,01												0,03	0,19						0,02				
16	<i>Schizodon spp</i>		0,20				0,10			0,05					0,10			0,06		0,10		0,04				
17	<i>Pimelodus spp</i>		0,05												0,01											
18	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>																									
19	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>																									
20	<i>Zungaro Zungaro</i>																									
21	<i>Brachyplatystoma platynema</i>																									
22	<i>Calophysus macropterus</i>														0,04											
23	<i>Plagioscion squamosissimus</i>							0,10								0,05										
24	<i>Brycon spp</i>		0,10				0,10								0,01			0,30								
25	<i>Pellona castelnaeana</i>														0,01											
26	LORICARIIDAE									0,06						0,25	0,63	0,15								
27	DORADIIDAE		0,20				0,10									0,03										
28	<i>Benthos</i>								0,10										0,25							
29	<i>Detritus</i>	0,50		0,70	0,80			0,65	0,70			0,80		0,05	0,17	0,06						0,25	0,47		0,49	
	Importaciones						0,30		0,10									0,15	0,17	0,10	0,07					
	Suma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1



Se elaboró la matriz de impactos tróficos (matriz de Leontief), que describe el efecto causado por variaciones en cortos períodos de tiempo sobre el ecosistema, teniendo presente grupos impactantes (Ulanowittcz & Puccia, 1990). Al considerar a la pesquería como un depredador más del sistema, el modelo muestra cómo se generan impactos negativos en las especies objetivo de la misma. En este sentido, si la pesquería artesanal de la región incrementara en un 20%, generaría un impacto negativo sobre Dorado (-0,651), Lechero (-0,618), Amarillo (-0,573) y Baboso (-0,692), afectando de hecho el mismo rendimiento de la pesquería (-0,289).

A su vez, la disminución de los depredadores en el ecosistema generaría impactos positivos sobre algunos grupos (impactos tróficos indirectos), al remover especies que son importantes depredadores y beneficiar a grupos presa, como Pintadillo Rayado (0,036), Mapará (0,063) y Simí (0,362).

Con base en los límites establecidos por Odum (1969), se elaboró la Tabla 3.26 que muestra los

indicadores ecosistémicos obtenidos a partir de la modelación realizada para el área de influencia de la pesquería de Leticia. La mayoría de estos indicadores se derivan de la ecología teórica, mientras que otros han sido desarrollados más recientemente para dar cuenta del impacto de las pesquerías en los ecosistemas. De acuerdo con Odum (1969), a medida que los ecosistemas se desarrollan hacia la madurez, se espera que tanto la razón producción primaria/respiración (PP/R) como producción primaria/biomasa (PP/B) disminuyan. A la vez, la trama trófica ha de cambiar de una estructura lineal hacia una estructura tipo red (Odum, 1969; Ulanowicz, 1989).

Además, los sistemas maduros se caracterizan por un mayor reciclaje de materia y por rutas o cadenas tróficas largas. La razón biomasa/producción del sistema representa el tamaño promedio de los organismos en el sistema. Por lo tanto, los sistemas maduros presentan una razón B/P alta (Pauly & Christensen, 1995; Pauly et al., 1998).

**Tabla 3.26** Indicadores para un sistema en equilibrio de la pesquería de bagres en el río Amazonas para el área de influencia de Leticia 

Parámetro	Valor	Unidades	Estado del sistema (Odum, 1969)	
Tamaño del sistema			En desarrollo	Maduro
Flujos totales del sistema	22.376,0	t/km <sup>2</sup> /año		
Biomasa total (excluyendo detritus)	39.188,7	t/km <sup>2</sup> /año		
Capturas totales	0,017	t/km <sup>2</sup> /año		
Madurez del sistema				
Suma de toda la producción	9.286,0	t/km <sup>2</sup> /año		
Producción primaria neta calculada	7.814,3	t/km <sup>2</sup> /año		
Suma de todos los consumos	7.500,1	t/km <sup>2</sup> /año		
Suma de todas las exportaciones	3.290,3	t/km <sup>2</sup> /año		
Suma del total de flujos de respiración	4.527,0	t/km <sup>2</sup> /año		
Suma total de todos los flujos de detritos	7.058,5	t/km <sup>2</sup> /año		
Producción neta del sistema (rendimiento)	3.287,8	t/km <sup>2</sup> /año	Baja	Alta
Producción primaria total/biomasa total	0,199		Alta	Baja
Producción primaria total/respiración total	1,726		>1 o <1	≈1
Biomasa total/flujos totales	1,751		Baja	Alta

Continuación

Parámetro	Valor	Unidades	Estado del sistema (Odum, 1969)	
Índice de conectancia	0,156			
Índice de omnivoría en el sistema	0,161			
Índice de reciclaje de Finn	12,58	%	Abierto	Cerrado
Longitud promedio de las rutas tróficas	2,862		Pequeño	Grande
Ascendencia (información)	32	%	Baja	Alta
Overhead (entropía)	68	%	Alta	Bajo
Impacto de la pesquería				
Promedio del nivel trófico de captura	3,35			
Eficiencia bruta (capturas/ producción primaria neta)	0,000002			

Fuente: SINCHI.

En cuanto a los índices ecológicos, la razón producción primaria total/respiración total (PP/R) estimada fue de 1,72. Odum (1971) considera que esta razón es importante en la descripción de la madurez de un ecosistema, de tal suerte que una relación PP/R es mayor a 1, al principio del desarrollo del sistema, puesto que la producción va a exceder la respiración (valores por debajo de 1 corresponde a una respiración alta y puede ser indicativo de que el sistema esté sufriendo un gran aporte de nutrientes orgánicos). La razón PP/R calculada para el ecosistema excede 1 y, por lo tanto, este valor corresponde a un sistema alejado de la madurez o inmaduro (Christensen et al., 2000. En Medina et al., 2007).

Por otro lado, los indicadores de ascendencia presentan una cifra baja, con un overhead superior al 60% que muestra la capacidad del ecosistema de resistir perturbaciones pero que anuncia que, efectivamente, el sistema está sufriendo una perturbación que puede ser resultado del impacto de la pesquería, sin descontar que factores como la contaminación, la antropización del sistema y la degradación ambiental en sí pueden estarse reflejando en estos resultados.

Los flujos totales (FT) definidos como una medida del tamaño del sistema en términos de flujos, se estimaron en  $22.376 \text{ t/km}^2/\text{año}^{-1}$ , que corresponden a la suma de todos los flujos (consumo, exportaciones, respiración y flujos hacia el detritos) dentro del sistema. Los mayores flujos corresponden al consumo con 33%, secundados por los

flujos hacia detritos (31%), respiración (20%) y las exportaciones (14%).

La relación producción primaria total/biomasa total es baja (0,199), indicador de un sistema desarrollado, pero que puede que esté desequilibrado por la perturbación de la pesquería. Para sistemas en desarrollo, la producción excede la respiración y como consecuencia, habrá una acumulación de biomasa con respecto al tiempo. La relación biomasa total/flujos totales (1,7) ayuda a reforzar esta teoría, puesto que en un sistema maduro los flujos que llegan al sistema deben aumentar al máximo su biomasa, de tal manera que esta relación debe presentar un alto valor. El índice de reciclaje de Finn está en torno del 12% y representa la cantidad de biomasa y flujos son reciclados por el sistema (Angelini & Petrere, comm. pers.)

El nivel trófico (NT) promedio de la pesquería fue de 3,3 lo que refleja que las capturas se sostienen por especies ubicadas en niveles altos de la trama trófica, especialmente bagres de la familia *Pimelodidae* cuyas características de sus ciclos de vida llaman especial atención en cuanto a estrategias de manejo a aplicar para estas especies. Al enfocarse la pesquería sobre las especies depredadoras, la eficiencia en el rendimiento bruto de la pesquería es tan sólo de  $0,000002 \text{ t/km}^2/\text{año}$ , donde la eficiencia en la transferencia trófica ha disminuido en los niveles tróficos superiores debido al incremento en la tasa de respiración (Christensen y Pauly, 1993).



Fotografía: Héctor Raúl Pabón Mendieta

### **Apéndice: Estado y tendencias de la investigación de la fauna silvestre en la Amazonía Colombiana**

Colombia es considerada uno de los países más diversos del mundo, el tercero en el número de organismos a nivel global. Para plantas, invertebrados, aves y mamíferos la Amazonía Colombiana es el bioma más rico en especies, pero paradójicamente es, quizás, el más pobremente comprendido por la ciencia (Defler & Palacios 2002). Tan solo el 1 % de la investigación del país se realiza en la zona Amazónica (Cabrera 2006).

La región alberga una gran biodiversidad como resultado de procesos evolutivos, biogeográficos y ecológicos que involucran áreas del Escudo Guayanés (Caquetá), el basín amazónico (Caquetá, Putumayo y Amazonas) y el piedemonte andino (Putumayo y Caquetá). Esta riqueza ha sido reconocida por el Estado colombiano, el cual, por medio de su política ambiental, busca dar lineamientos para un adecuado uso, conservación y estudio de la zona (Ruíz et ál., 2007).

El presente trabajo buscó identificar los vacíos y requerimientos de la investigación en la Amazonía con base en una revisión bibliográfica extensa de investigaciones publicadas y no publicadas para los grupos de vertebrados de la región Amazónica. Con base en la información copiada se hace un análisis de las principales tendencias en investigación de fauna silvestre asociada a ecosistemas terrestres, por grupo taxonómico, y áreas de investigación. En total se revisaron 605 documentos entre publicaciones en revistas científicas (415), tesis de pregrado y posgrado (66), libros (55), informes técnicos (46), cartillas (14) y documentos de divulgación (9). En total, 68 registros corresponden a documentos generales de fauna y 537 corresponden a trabajos con fauna realizados en la región Amazónica. De estos últimos, 470 documentos corresponden a trabajos realizados en la Amazonía Colombiana o que incluyen ejemplares colectados en la región y 121 registros son trabajos realizados en la región Amazónica de otros países.

## Tendencias de investigación

En diagnósticos previos (Montenegro, 2007; Cabrera 2006; Mejía et ál., 2007; Lynch, 2007; Castro, 2007), se han incluido 386 publicaciones; en el presente diagnóstico, 605 documentos, 470 de ellos son trabajos que involucran específicamente fauna Amazónica Colombiana. Esta ampliación de la información es consecuencia de la inclusión de documentos de difícil acceso como las tesis de pregrado de la Universidad de la Amazonía, y documentos de temáticas más amplias como manejo *ex situ*, educación, divulgación y legislación.

El trabajo por grupos faunísticos, diferenciando por clases taxonómicas (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) muestra una tendencia clara, donde los mamíferos corresponden a la clase más estudiada (237 documentos, 34%), seguida de las aves (199 documentos, 28%) y los reptiles (191 documentos, 27%); mientras que los anfibios son el grupo menos estudiado con solo 80 documentos (11%). De acuerdo con Mejía et al. (2007) se ha realizado un número mayor de trabajos en aves que en mamíferos (185 aves vs. 169 mamíferos); sin embargo, este diagnóstico reporta un mayor número de trabajos con mamíferos (199 documentos para aves vs. 237 documentos para mamíferos), posiblemente como resultado del uso de un filtro más amplio que el tema taxonómico; cobija también información publicada de carácter divulgativo (cartillas, artículos para un público amplio) o trabajos con las comunidades, la cual en muchos casos se centra en especies de uso (Danta, pecarí, venado) o especies emblemáticas para la conservación como los primates, delfines de río y nutrias.

De nueve grandes temas seleccionados, ecología, uso y manejo, inventarios, sistemática y biogeografía, conservación, compilaciones y diagnósticos, biología básica, genética, métodos y legislación, la temática de inventarios, sistemática y biogeografía corresponde a la más abordada en los documentos evaluados (245 referencias), seguida de documentos que abordan las temáticas de ecología (214 documentos), uso y manejo (156 documentos) y conservación (125 referencias); mientras que los temas

menos trabajados corresponden a legislación y metodologías (6 y 12 documentos, respectivamente).

El tema de ecología incluye subtemas muy variados que abordan la ecología desde el punto de vista de los individuos, las poblaciones, las comunidades o de relaciones de fauna con el hábitat. El nivel de aproximación más empleado son las comunidades (relaciones planta-animal, ecología trófica, dispersión) con un 48% de las investigaciones realizadas. En general, casi todos estos trabajos se han realizado en aves y mamíferos, particularmente primates, colibríes y algunas especies de loros, pavas y aves dispersoras de semillas. En poblaciones, hábitats e individuos se ha realizado un número menor de trabajos, entre el 13 y el 21% de la literatura ecológica revisada. Resulta impactante que se cuente solamente con 37 trabajos en evaluaciones poblacionales puesto que gran parte de los impactos más directos e inmediatos, producto de aprovechamientos como cacería, se dan en poblaciones. Esta tendencia muestra la necesidad de ahondar en esta temática para establecer una línea base para las poblaciones amenazadas que permita realizar monitoreos a lo largo del tiempo.

Igualmente, son pocos los trabajos de relaciones de fauna con el hábitat, solo el 13% de los documentos ecológicos revisados, lo cual dificulta el uso de especies o poblaciones de fauna como indicadores del estado del hábitat y de los ecosistemas. Este desconocimiento se refleja en el bajo número de estudios realizados en el tema de indicadores, que a pesar de ser un tema bastante actual y que se considera una herramienta valiosa para el seguimiento del estado de los ecosistemas por parte de las instituciones, en la región Amazónica presenta poco desarrollo.

El tercer tema en número de trabajos, es uso y manejo, con 156 referencias. Para el tema particular de cacería, se cuenta con trabajos que se vienen realizando desde mediados de la década de los 90, limitados a la cuantificación del número de animales extraídos (Nº. presas y peso de carne) en corto tiempo y a la generación de listados de especies utilizadas. No se reportan planes de manejo con base en la información obtenida. La temática de cacería de subsistencia es de gran importancia ya



que, como lo indica Cabrera (2006), su estudio y la documentación de sus efectos tanto ecológicos como sociales para la Amazonía Colombiana, son información clave para poder adelantar programas de aprovechamiento cinegético sostenible y de manejo *in situ* como los que comienzan a aplicarse en Perú y Ecuador, gracias a la cantidad de información “básica” acumulada. Dentro del manejo *ex situ* se incluye temas de conservación que abordan la temática de zootecnia y manejo en cautiverio de animales decomisados (48 documentos); así como trabajos en medicina veterinaria (31 documentos) realizados en especies cautivas.

Otra de las temáticas principales que reviste importancia es Conservación, con 125 documentos en la que incluimos los subtemas de: a) Conservación de especies, b) Educación, c) Tráfico ilegal y d) Etnozoología. La categoría con mayor número de referencias revisadas corresponde a conservación de especies (78 documentos), en la cual se incluyen los documentos que evalúan amenazas, estrategias de conservación y evaluación del estado de las poblaciones de fauna frente a los impactos de las

perturbaciones de su hábitat, siendo esta última, la temática con menor número de trabajos desarrollados hasta el momento. Infortunadamente, en la Amazonía se considera que, prácticamente, no se presentan alteraciones por amenazas antrópicas, más allá de la cacería, por lo cual en términos generales no se desarrollan trabajos acerca de estas (por ejemplo, el producto de la colonización) en las poblaciones y las comunidades. Por su parte los subtemas de educación, tráfico ilegal y etnozootecnia solo incluye entre 12 y 20 documentos representando cada uno alrededor del 12% de las referencias contenidas en la temática de conservación. La genética de poblaciones, cuyos trabajos buscan generar información que permita la conservación de las especies evaluadas y determinar si las poblaciones estudiadas han sufrido cuellos de botella, solo contó con 11 trabajos.

A continuación, se presenta las temáticas abordadas por grupo taxonómico (Tabla 3.27). Esta tabla evidencia la importancia de la temática en los distintos grupos taxonómicos así como como la relevancia de los distintos temas dentro de cada grupo.

**Tabla 3.27** Número de documentos por temática para cada clase taxonómica, con énfasis en la Amazonía Colombiana

Grandes temas	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos
Ecología	4	40	74	134
Inventarios, sistemática y biogeografía	52	62	105	52
Uso y manejo	12	81	46	95
Conservación	11	61	37	79
Compilaciones y diagnósticos	13	18	16	20
Biología básica	3	39	10	9
Métodos	2	4	2	9
Genética	0	6	3	7
Legislación	1	3	1	2

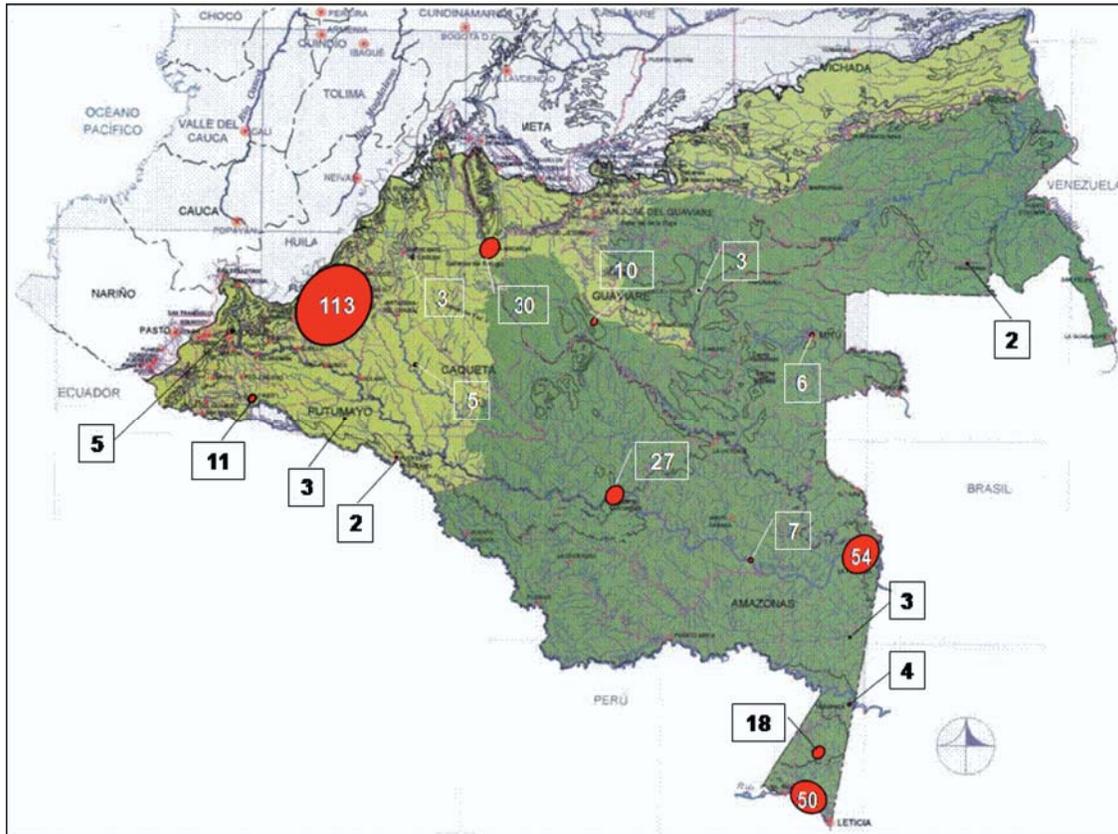
Fuente: SINCHI.

En relación con la cobertura geográfica de la investigación, la mayoría de los trabajos se restringe a lugares cercanos a áreas pobladas o estaciones biológicas y centros de investigación, o Parques Nacionales Naturales para los cuales se han realizado estudios que apoyan su creación y algunos

trabajos de investigación específicos y puntuales (Figura 3.19).

Los trabajos en fauna en la Amazonía Colombiana se ha realizado básicamente en el piedemonte, sector de Florencia y sus alrededores; y gran parte de estos trabajos corresponden a inventarios de fauna

**Figura 3.19** Distribución geográfica de las investigaciones realizadas en la Amazonía colombiana.



Los círculos rojos muestran los sitios de investigación, y el tamaño de los círculos representa, proporcionalmente, el número de investigaciones realizadas en cada sitio.

realizados en expediciones de museos extranjeros, antes de 1960, o a investigaciones recientes enfocadas al manejo *ex situ* de fauna, realizadas por la Universidad de la Amazonía. Otros sectores corresponden a Leticia y sus alrededores y la zona de la Estación Biológica Mosiro-Itajura Caparú, como resultado de las facilidades logísticas en ambos sitios. En particular, en la Estación Biológica Mosiro-Itajura Caparú, se ha desarrollado numerosos estudios con primates en temas de autoecología, dispersión de semillas y ecología de poblaciones. Se observa claramente la tendencia de disminución de estudios a medida que resulta más difícil el acceso al sitio y este presenta pocas facilidades, sobre todo, para trabajos a largo plazo. En la figura 3.19 adicionalmente, se pueden observar grandes sectores prácticamente inexplorados, por ejemplo, la zona de frontera o transición entre la Orinoquía y la Amazonía; los departamen-

tos del Guainía, Putumayo y Guaviare, la zona central de la Amazonía Colombiana y la zona sur del país en frontera con Perú.

En relación con las tendencias de investigación temporal, estas han sufrido cambios a lo largo del tiempo, principalmente, como consecuencia de la generación de nuevas metodologías y prioridades en el mundo. Adicionalmente, muchos de los temas de investigación abordados en los documentos reseñados corresponden a intereses personales de los investigadores y no necesariamente a la búsqueda de herramientas y/o datos que apoyen la toma de decisiones en cuanto a problemáticas ambientales definidas. La investigación en fauna en la Amazonía, con énfasis en Colombia, ha mantenido una ten-



dencia de crecimiento a través del tiempo, no solo en número de investigaciones sino también en las temáticas abordadas (Figura 3.20).

Desde 1950, aproximadamente, se incrementa drásticamente el número de investigaciones pasando de 18 documentos publicados para la Amazonía entre los años 1900 y 1939, a 60 referencias publicadas entre 1940 y 1960, llegando a 324 documentos para finales de siglo (de 1980 a 1999) y 450 publicaciones en la última década.

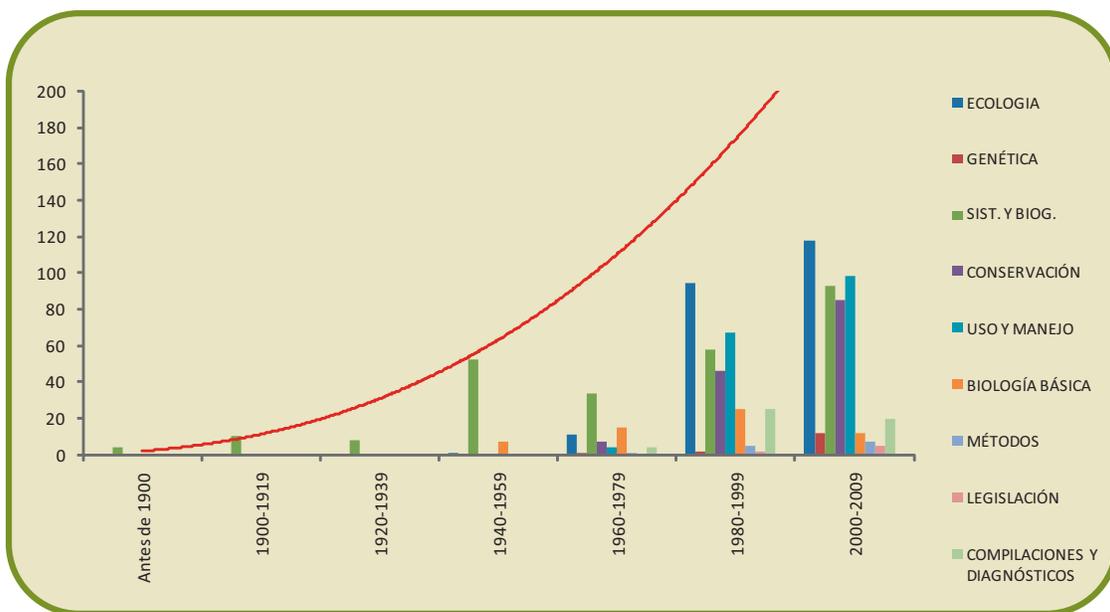
En general, hasta mediados del siglo pasado la investigación en fauna se enfocaba en inventarios, sistemática, taxonomía y biogeografía, en parte por el desconocimiento de las especies de fauna presentes en la zona. A partir de la década de 1950, se empieza a realizar trabajos en biología básica de las

especies conocidas para la región (7 documentos) y se realiza una primera aproximación a temas ecológicos (Figura 3.20).

Ya para las décadas de 1980 y 1990 el número de investigaciones en temas ecológicos, de uso y manejo y de conservación sobrepasan el número de trabajos centrados exclusivamente en taxonómicos o reportes de distribución de las especies de fauna Amazónica.

Estas tendencias de investigación se ajustan a las necesidades y las prioridades de la época, aunque si se observan los diagnósticos de Rodríguez-Mahecha et ál., 1998; Cabrera 2006 y Ruiz et ál., 2007; cada uno con fortalezas en diferentes temas; los vacíos en el conocimiento y, por ende, las prioridades de investigación se han mantenido a lo largo del tiempo.

**Figura 3.20 Tendencias de investigación en la Amazonía Colombiana a lo largo del último siglo, diferenciadas por las temáticas tratadas en los documentos revisados**



## **Notas finales**

---

- <sup>1</sup> Esta cifra incluye bosque natural, vegetación secundaria y bosque plantado y se obtiene a partir del mapa de Ecosistemas Continentales Costeros y Marinos de Colombia, escala 1:500.000 (IDEAM, et ál., 2007), el cual tiene dentro de sus insumos la capa de coberturas de la tierra 2000-2002, que se procesa a partir de la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia.
- <sup>2</sup> Proyecto financiado por la Fundación Gordon y Betty Moore; y ejecutado por: IDEAM, MAVDT y Fundación Natura.
- <sup>3</sup> Tier (en inglés) hace referencia al nivel de complejidad metodológica. Las directrices del IPCC (2006), brindan recomendaciones sobre los métodos de estimación en tres niveles de detalle: Tier 1 (por defecto) es el método básico, Tier 2 el intermedio y Tier 3 el más exigente en cuanto a la complejidad y a los requisitos de los datos.
- <sup>4</sup> Estimación Tier 1 realizada por el equipo técnico del componente Carbono del proyecto “Capacidad institucional técnica-científica para apoyar proyectos REDD: Reducción de emisiones por deforestación en Colombia”.
- <sup>5</sup> El análisis de la fragmentación de biomas y ecosistemas permite identificar la forma y velocidad con que ocurren las transformaciones de la biodiversidad; los resultados que se derivan de este análisis permiten orientar la gestión ambiental. El propósito de elaborar indicadores de fragmentación y métrica del paisaje, es evaluar la condición de los paisajes en términos de su estructura y patrones de uso. Se ha desarrollado varios indicadores que miden diferentes aspectos de la fragmentación; en este Informe se calculó: números, tamaño medio, desviación estándar del tamaño de los fragmentos, coeficiente de variación del tamaño, densidad y distancia media al fragmento vecino más cercano. Las definiciones se adaptaron de McGarigal y Marks (1995) y Elkie, Rempel y Carr (1999). El componente de biodiversidad continental (Salazar-Holguín et ál., 2010) contiene una descripción detallada de los indicadores calculados.
- <sup>6</sup> Desde la antigüedad, los antepasados precolombinos (Muisca, Kogui, Tolima, Quimbaya), que interactuaron con los páramos, los consideraron como áreas sagradas, desarrollando allí sus culturas en los diferentes pisos altitudinales, y practicaron la agricultura en los pisos más bajos, por lo cual causaron a estos un mínimo impacto (Hotstede et al., 2003; Van der Hammen, 2007).



- <sup>7</sup> El análisis de la presente sección fue elaborado por el Instituto SINCHI en el contexto de sus procesos de investigación y corresponde a una síntesis de varios de sus trabajos desarrollados previamente.
- <sup>8</sup> Anillo de poblamiento: Área consolidada urbana y rural en la Amazonía, como un espacio de poblamiento continuo y jerarquizado, con una red de comunicaciones que integra el conjunto de los diferentes tipos de centros, a la economía de mercado y que a su vez, son soporte de nuevas avanzadas de ocupación.
- <sup>9</sup> La información que se encuentra resumida a continuación, forma parte del compendio que anualmente el INVEMAR recopila a través de las instituciones académicas y científicas del país con injerencia en los ambientes marinos y costeros: el Informe Nacional del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros, 2008.
- <sup>10</sup> Según la política nacional ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia, corresponde a la subzona terrestre-costera ó franja de tierra adentro que se define como la banda comprendida desde la Línea de Marea Alta Promedio (LMAP), hasta una línea paralela localizada a 2 km de distancia tierra adentro, y a la subzona insular emergida que abarca todo el territorio isleño emergido (islas y cayos) utilizando como referente la Línea de Marea Alta Promedio.
- <sup>11</sup> Los vectores fueron re proyectados de “Magna Colombia Bogotá” a “Lambert Azimutal Colombia” para estimar las áreas.
- <sup>12</sup> La presente sección fue preparada por el Instituto Humboldt. Es una síntesis de los resultados de varios de sus procesos de investigación en esta área.
- <sup>13</sup> Para una descripción detallada de los resultados del análisis de los registros del Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia – SIB, ver el Informe del Estado de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente. Componente biodiversidad continental – 2009. Disponible en: [http://www.humboldt.org.co/iavh/documentos/inf\\_estado\\_recursos\\_naturales\\_2009.pdf](http://www.humboldt.org.co/iavh/documentos/inf_estado_recursos_naturales_2009.pdf)
- <sup>14</sup> Giovanni Ramírez-Moreno. Investigador Principal Componente Ecosistémico Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico





## 4. Presiones sobre el ambiente y los recursos naturales

### **Investigadores**

IIAP: William Klinger Brahan, Jairo Miguel Guerra Gutiérrez, Fredy Carabalí Mosquera, Giovanni Ramírez Romero

IDEAM: Luz Marina Arévalo, Mónica Cuéllar B, María Margarita Gutiérrez, Ángela V. Bohórquez, Ana M. Hernández, Luis Elkin Guzmán, Natalia Gutiérrez, Diana Lugo, Jhonatan Reyes, Martha Duarte de Sandoval, Héctor Pabón, Juanita González, Carolina López, Max Toro, Alexander Benavides, Jaime Ramírez. María Claudia García, Edersson Cabrera, Diana Marcela Vargas, Gustavo Galindo, Lina Katherine Vergara, Ana María Pacheco, Juan Carlos Rubiano, Paola Giraldo, María Fernanda Ordóñez.

INVEMAR: Diana Isabel Gómez López, Angélica María Batista Morales, Adriana Gracia-Clavijo, Érika Montoya Cadavid, Raúl Navas Camacho, Kelly Gómez Campo, Johanna Vega Sequeda, Tomás López Londoño, Ángela López Rodríguez, Paula Cristina Sierra, Blanca Oliva Posada, Daniel M. Roza, Jiner Bolaños, Anny Zamora y David Alonso Carvajal.

SINCHI: Carlos Ariel Salazar Cardona, Óscar Arcila, Mario Orlando López Castro, Elizabeth Riaño Umbarila, Edwin Agudelo Córdoba.

### **Colaboradores**

IDEAM: Luz Consuelo Orjuela, Martha Aldana, Martha García, Fabián M. Pinzón.

Fotografía: Héctor Raúl Pabón Méndez



## 4. Presiones sobre el ambiente y los recursos naturales

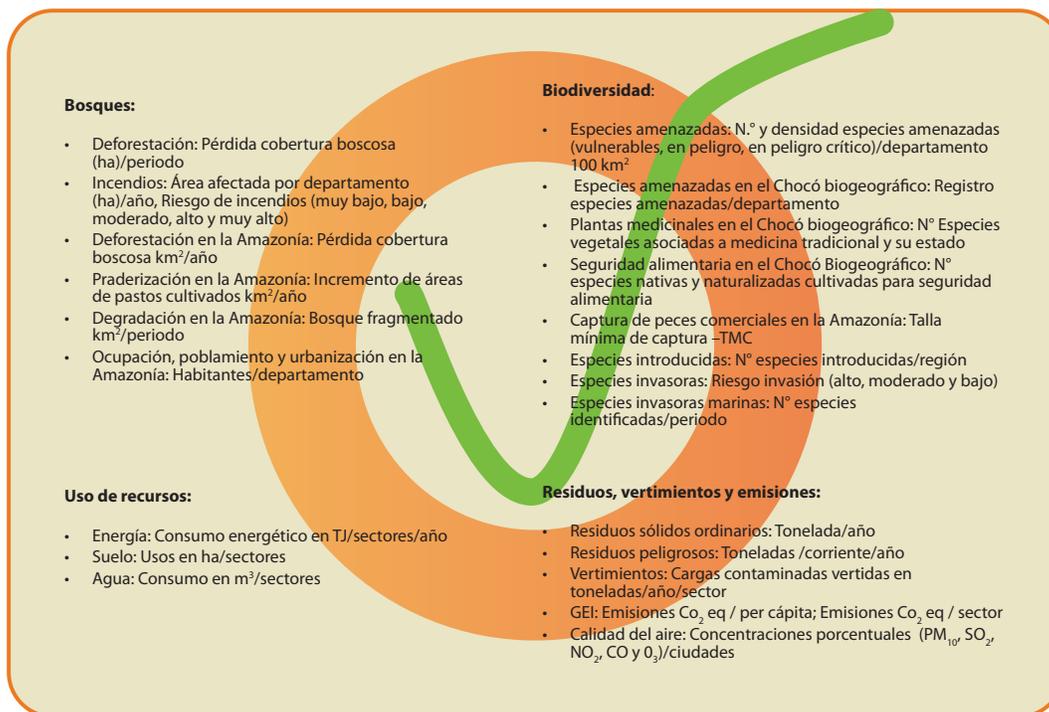
Para dimensionar los impactos ejercidos por los colombianos en el ambiente, en este informe se ha considerado dos grandes grupos de presiones: la efectuada sobre la biodiversidad y la ejercida sobre otros recursos naturales específicos (suelo, agua, aire, etc.), tanto por actividades económicas como por otras actividades socioculturales.

En la elaboración del presente capítulo referente a las presiones sobre los recursos naturales aportaron información el IAvH, el IIAP, el SINCHI, INVEMAR y el MAVDT además del IDEAM.

La presión ejercida sobre la biodiversidad y los ecosistemas, se ha caracterizado mediante el uso de indicadores de cambio o variaciones, tales como los cambios en las coberturas o el de número de especies amenazadas.

Para dar cuenta de la presión ejercida por las actividades económicas por uso de recursos, se ha considerado la perspectiva teórica de ciclo de vida, la cual integra los usos en los procesos y los correspondientes residuos generados por esos usos después de cumplido su papel en la producción. Los indicadores que se revisarán en el presente capítulo corresponden a los relacionados con uso de recursos, generación de residuos, aportes contaminantes al agua, calidad del aire y emisión de Gases de Efecto Invernadero. (Figura 4.1).

**Figura 4.1** Mapa de indicadores de presiones sobre los recursos



## 4.1 Presiones sobre los bosques a escala nacional

Esta sección pretende reportar las principales presiones sobre la cobertura de bosque a escala nacional y para el caso específico de la Amazonía Colombiana.

### 4.1.1 Deforestación en Colombia

En el Informe Anual sobre el Estado del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables en Colombia, y en el Inventario Nacional de Fuentes y Sumideros de Gases Efecto Invernadero 2000-2004 se reportó que la superficie de bosques transformada a otros usos del suelo entre los años 1994 y 2001, ascendía aproximadamente a 101.000 ha anuales de bosque, cifra utilizada para los años de evaluación del inventario. Otros datos reportados para Colombia varían desde las 600.000 ha/año (IGAC, ICA, 1987), 221.000 ha/año (IGAC 2002) y 91.932 ha/año (IDEAM, 2002) 380.000 ha/año (WRI, 2000) y 361.000 (FAO, 1993), entre otros. Estas divergencias en las cifras pueden obedecer a factores de orden técnico o metodológico que dificultan la tenencia de cifras comparables.

Con el fin de generar información de deforestación histórica para el país que sea comparable, el IDEAM ha venido trabajando en el establecimiento de las bases para fortalecer el monitoreo de la deforestación<sup>1</sup> nacional desde dos niveles de aproximación: a) Escala gruesa: con periodicidad anual, se orienta a identificar rápidamente los núcleos de deforestación y utiliza imágenes con resolución espacial gruesa (250m/1:500.000); b) Escala fina: a realizarse idealmente cada dos años, permite cuantificar los datos de deforestación con mayor detalle y analizar las áreas de cambio con tipificación de coberturas y utiliza insumos de resolución espacial media (30 m/1:100.000).

En el año 2009, el IDEAM elaboró una estimación preliminar de la deforestación a nivel nacional (escala 1:500.000), usando imágenes MODIS con resolución espacial de 250 m para los años 2000 y 2007<sup>2</sup>. Los resultados del estudio indican que gran parte de la deforestación activa en Colombia se localiza principalmente en las áreas de piedemonte de la

Amazonía y en los Andes y en los extremos sur y norte del Pacífico, estimándose una deforestación promedio anual de aproximadamente 336.000 ha/año (IDEAM, 2009).

Con miras a mejorar la escala de análisis, durante los años 2010-2011, se ha venido realizando un ejercicio de cuantificación de la deforestación en el país (escala fina/1:100.000) usando imágenes de sensores remotos para el periodo 1990-2000-2005-2010. Se usaron imágenes LANDSAT (sensores TM y ETM+) con resolución espacial de 30 m como el insumo fundamental de teledetección para la generación de información sobre deforestación histórica y para el periodo 2010 se utilizaron, además, imágenes ALOS AVNIR, ALOS PALSAR, ASTER y SPOT.

Como parte final de la generación de información de deforestación histórica, se identificó la transición de coberturas de bosques a otras coberturas de la tierra, para lo cual las áreas detectadas como de "cambio" en cobertura boscosa fueron nuevamente procesadas digitalmente a fin de identificar el tipo de cobertura de la tierra a la cual fueron transformadas, en el periodo 2000-2005-2010. Para los propósitos de este ejercicio, se utilizó una leyenda de coberturas de la tierra (principalmente vegetales), constituida por 14 clases, basada en la adaptación para Colombia de la leyenda de CORINE Land Cover –CLC Colombia–, en sus niveles I y II<sup>3</sup>.

Una vez revisada y corregida la información resultante de los mapas de las matrices de cambio, se cuantificó la deforestación histórica para Colombia en los periodos 1990-2000, 2000-2005 y 2005-2010.

A la fecha el IDEAM cuenta con los mapas de bosque/no bosque para los años 1990, 2000, 2005 y 2010 (figuras 4.2 a 4.5) y los mapas de cambio para los periodos 1990-2000, 2000-2005 y 2005-2010 (figuras 4.6 a 4.8).

Los principales resultados que se muestran a continuación, son preliminares y están sujetos a los ajustes que surjan en el proceso final de edición. Es importante resaltar, también, que estos mapas aún no tienen validación temática que permita establecer los intervalos de confianza de las cifras.



**Tabla 4.1 Superficie de coberturas de bosque/No bosque para los periodos de análisis**

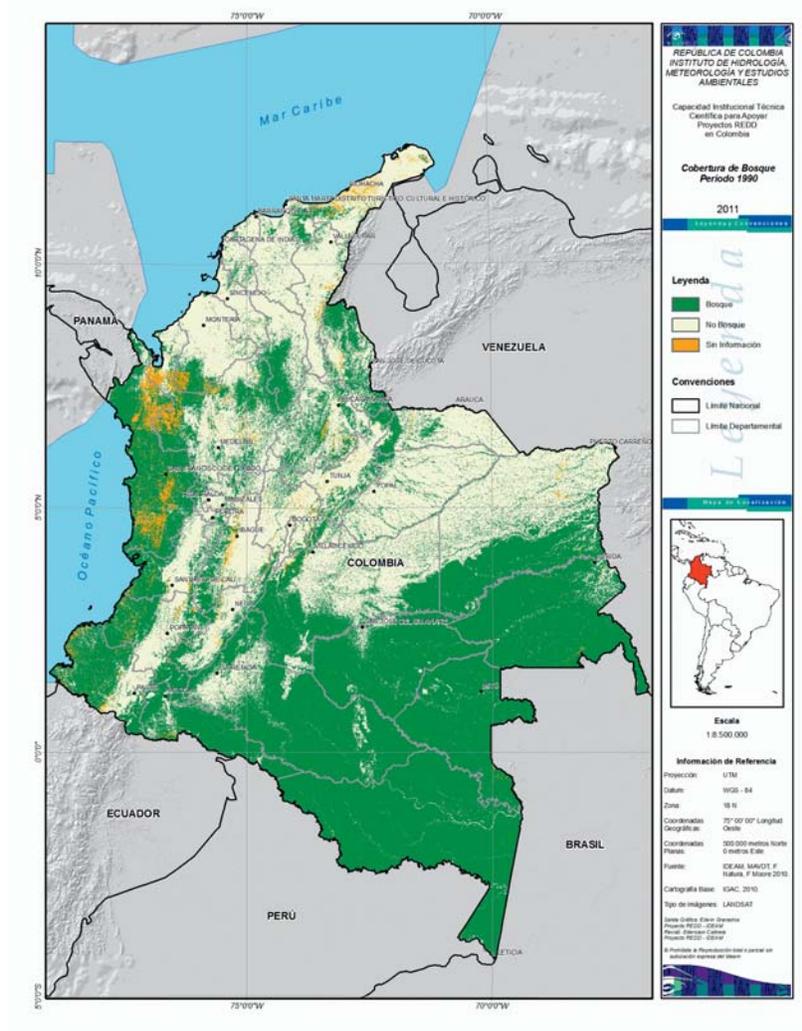
Periodo de análisis	Cobertura 1990	Cobertura 2000	Cobertura 2005	Cobertura 2010
Cobertura	% Área			
Bosque	56,5	54,1	52,8	51,4
No bosque	41,3	44	44,6	45,3
Sin información	2,2	1,9	2,6	3,3
TOTAL	100	100	100	100

**Cuantificación de la deforestación histórica (1990-2000-2005-2010)<sup>4</sup>**

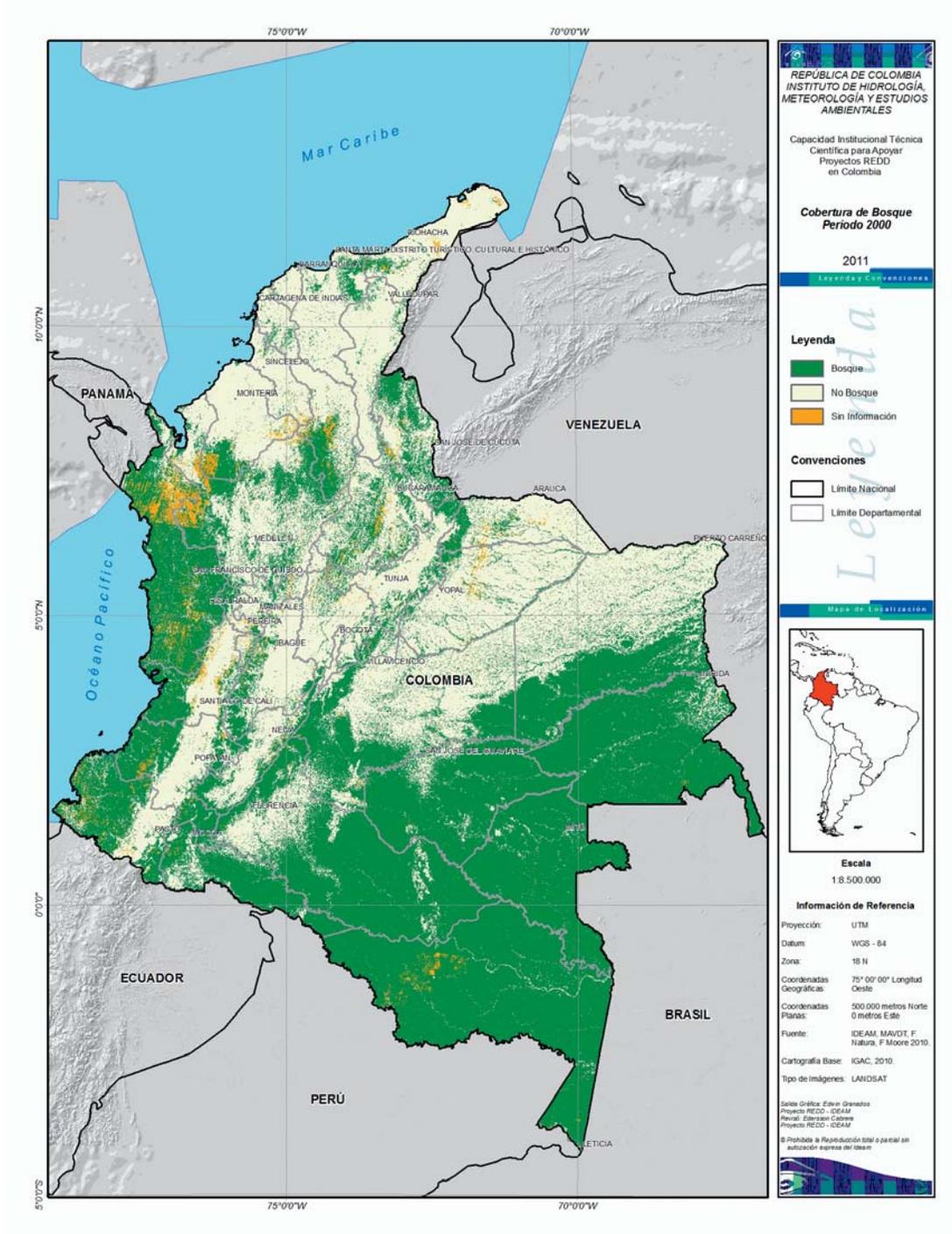
Para el periodo 1990 la cobertura boscosa detectada fue de aproximadamente 64 millones de hectáreas, representando el 56,5% del territorio nacional

(Tabla 4.1), ubicándose principalmente en las regiones Amazonía y Andes, como se observa en la Figura 4.2. Es importante mencionar que para este periodo de análisis se reportó alrededor de un 2% del territorio continental colombiano con persistencia de áreas de nubosidad.

**Figura 4.2 Mapa de bosque / No bosque para el año 1990**



**Figura 4.3** Mapa de bosque /No bosque para el año 2000



Respecto al periodo 2000 se detectó una extensión de cobertura boscosa total para el país de 62 millones de hectáreas, lo cual corresponde a un poco más

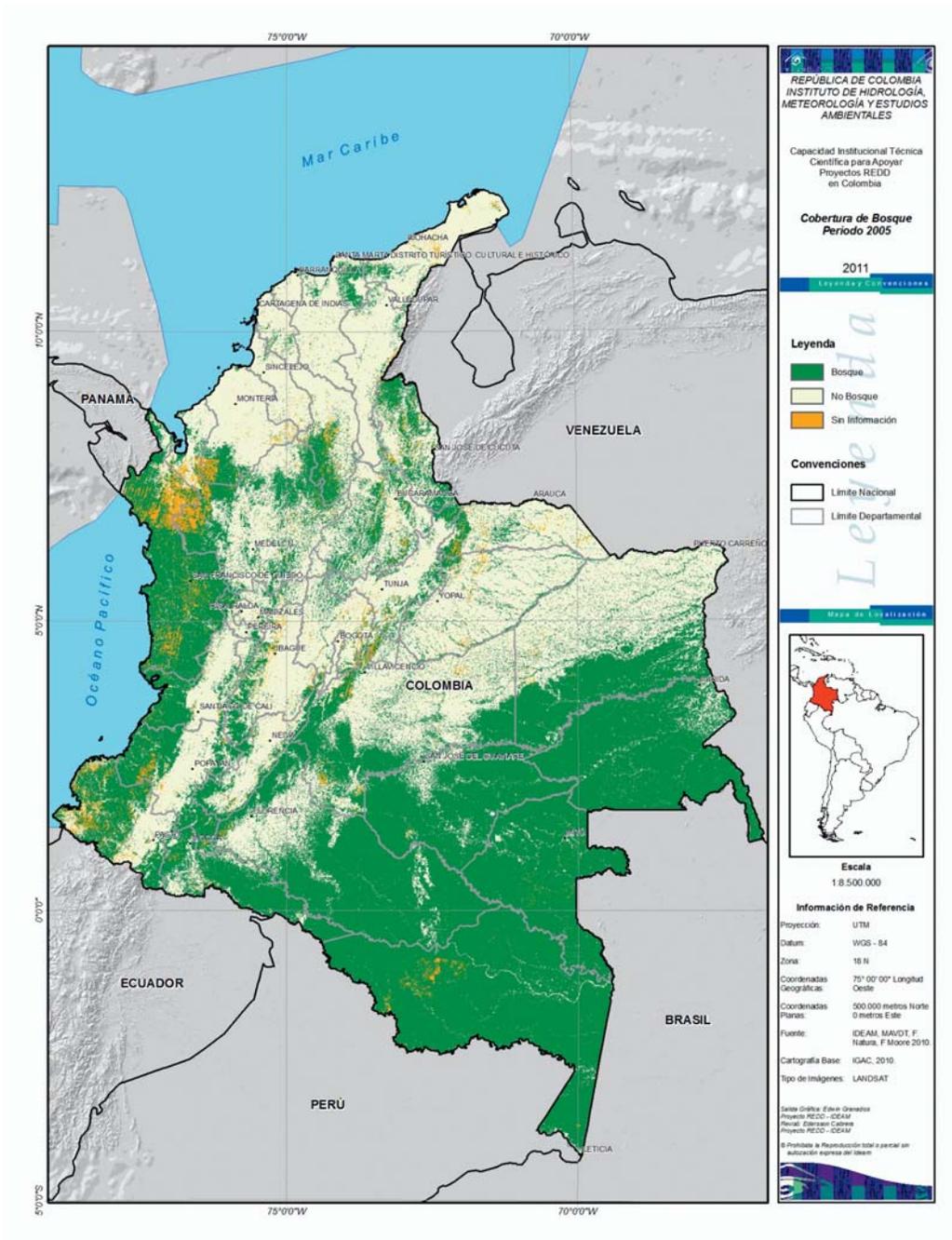
del 54% del territorio (Tabla 4.1). Para este periodo de análisis se reportó un 2% del territorio continental colombiano con persistencia de áreas de nubosidad.



Para 2005 se estimó una superficie de bosque natural total de cerca de 60 millones de hectáreas (53% del territorio nacional) (Tabla 4.1), ubicada principalmente en la región amazónica (Figura 4.4). Para este periodo

se reporta un 2,6% del territorio continental colombiano sin información debido a la persistencia de áreas de nubosidad, pero también debido a problemas del sensor (bandeamiento de imágenes Landsat).

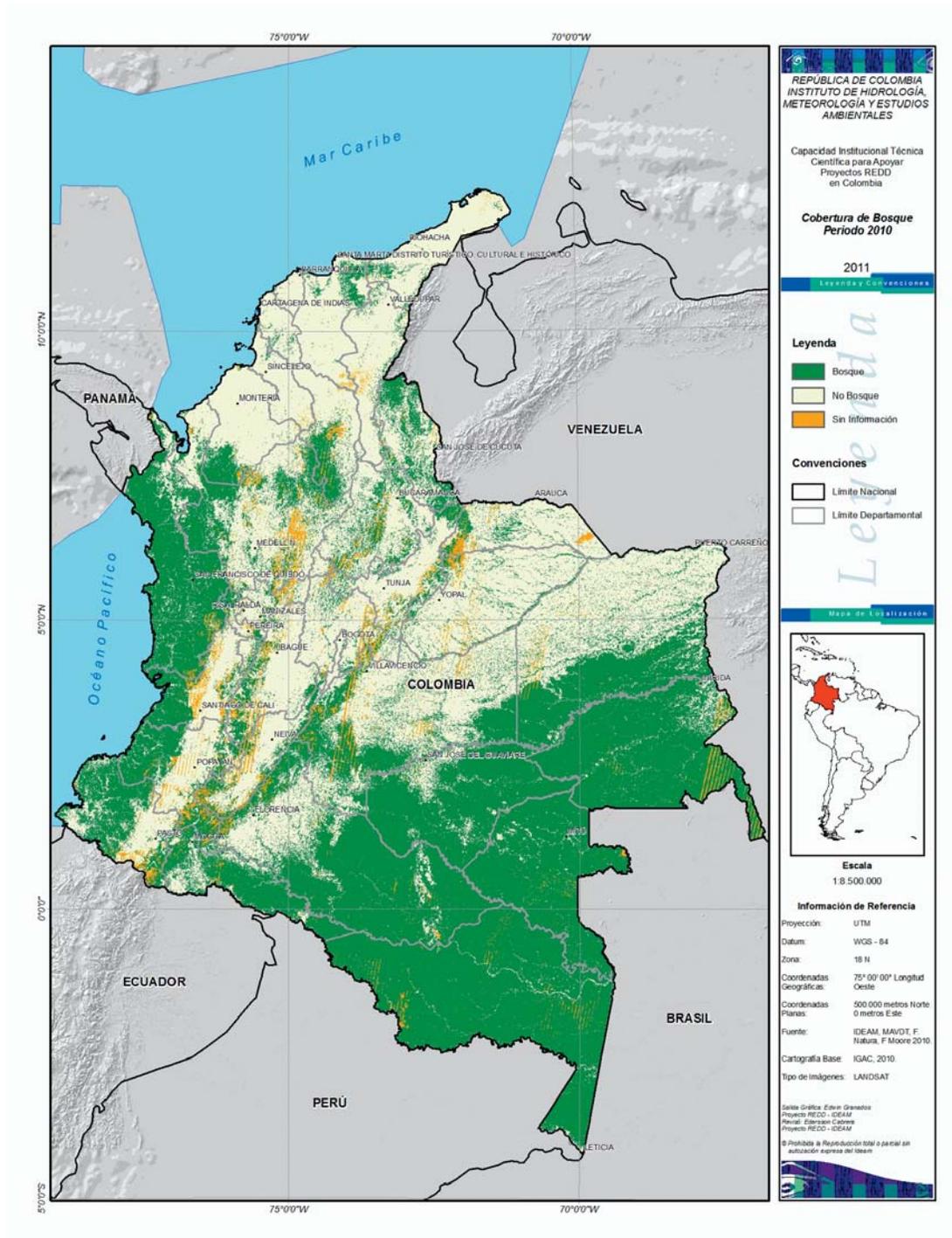
**Figura 4.4** Mapa de bosque /No bosque para el año 2005



Para 2010 el bosque natural identificado fue de alrededor de 59 millones de hectáreas (51% del territorio nacional) (Tabla 4.1), ubicada principalmente en la región

amazónica (Figura 4.5). Para este periodo de análisis se reportó 3,3% del territorio colombiano sin información debido a la persistencia de áreas de nubosidad.

**Figura 4.5** Mapa de bosque /No bosque para el año 2010



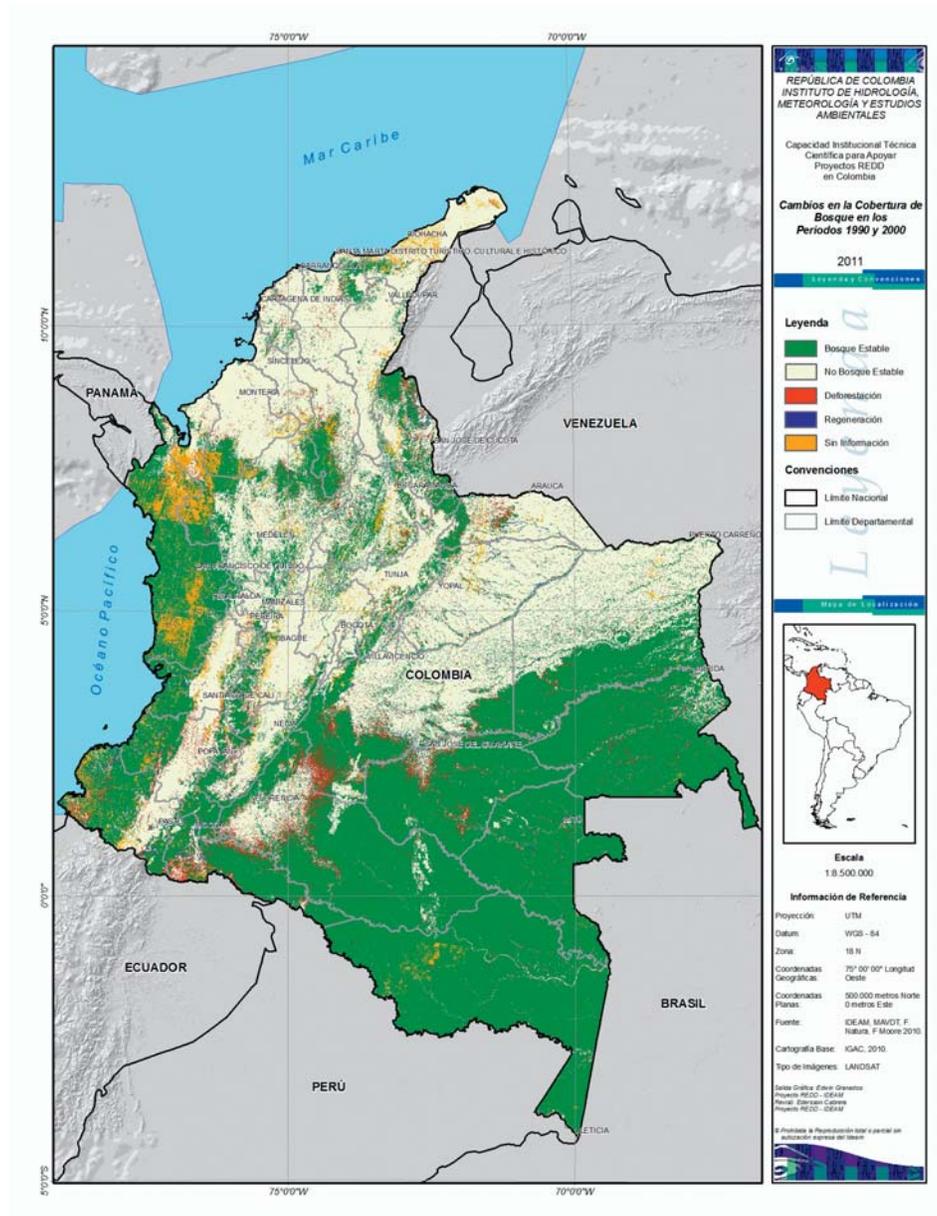


Durante el periodo 1990-2000 se perdieron 2'800.000 ha de bosque natural, entre 2000-2005 1'575.000 ha y en el periodo 2005-2010 1'191.000 ha. Los mayores niveles de transformación se presentan en la Amazonía seguida por la región Andina (Figuras 4.6 a 4.8). Las zonas donde se concentró la mayor pérdida de bosque en el periodo 1990-2010 son Cauca, Nariño (alrededores de Tumaco), el piedemonte Amazónico, flancos de la Serranía de

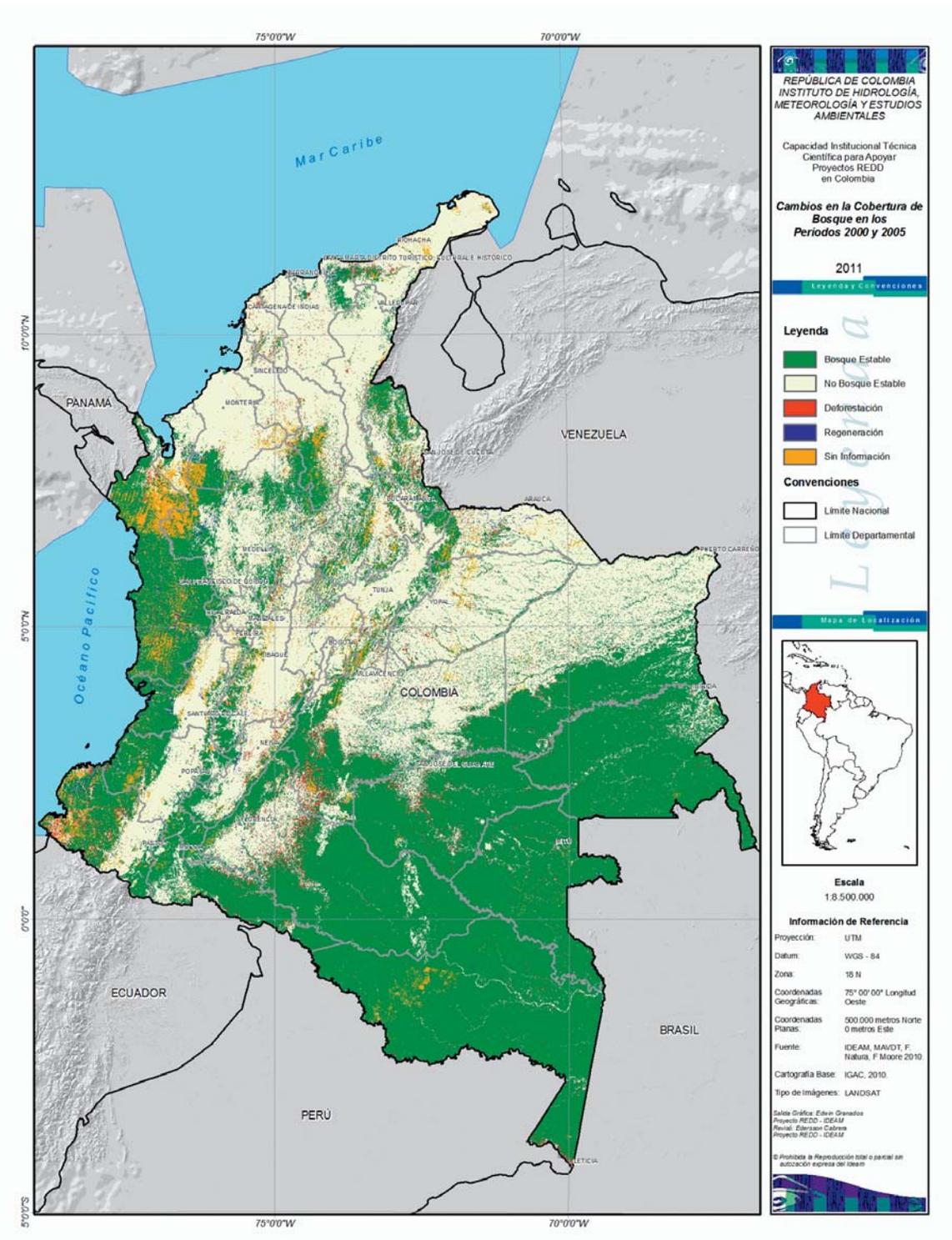
San Lucas y noroccidente del departamento de Caquetá. En términos relativos, la región Caribe fue la que perdió una mayor proporción del área bosque en ambos periodos analizados.

La deforestación promedio anual en el periodo 1990-2000 fue de 280.000 ha/año, aumentando a 315.000 ha/año en el periodo 2000-2005 y descendiendo a 238.000 ha/año en el periodo 2005-2010.

**Figura 4.6 Mapa de cambio 1990-2000**

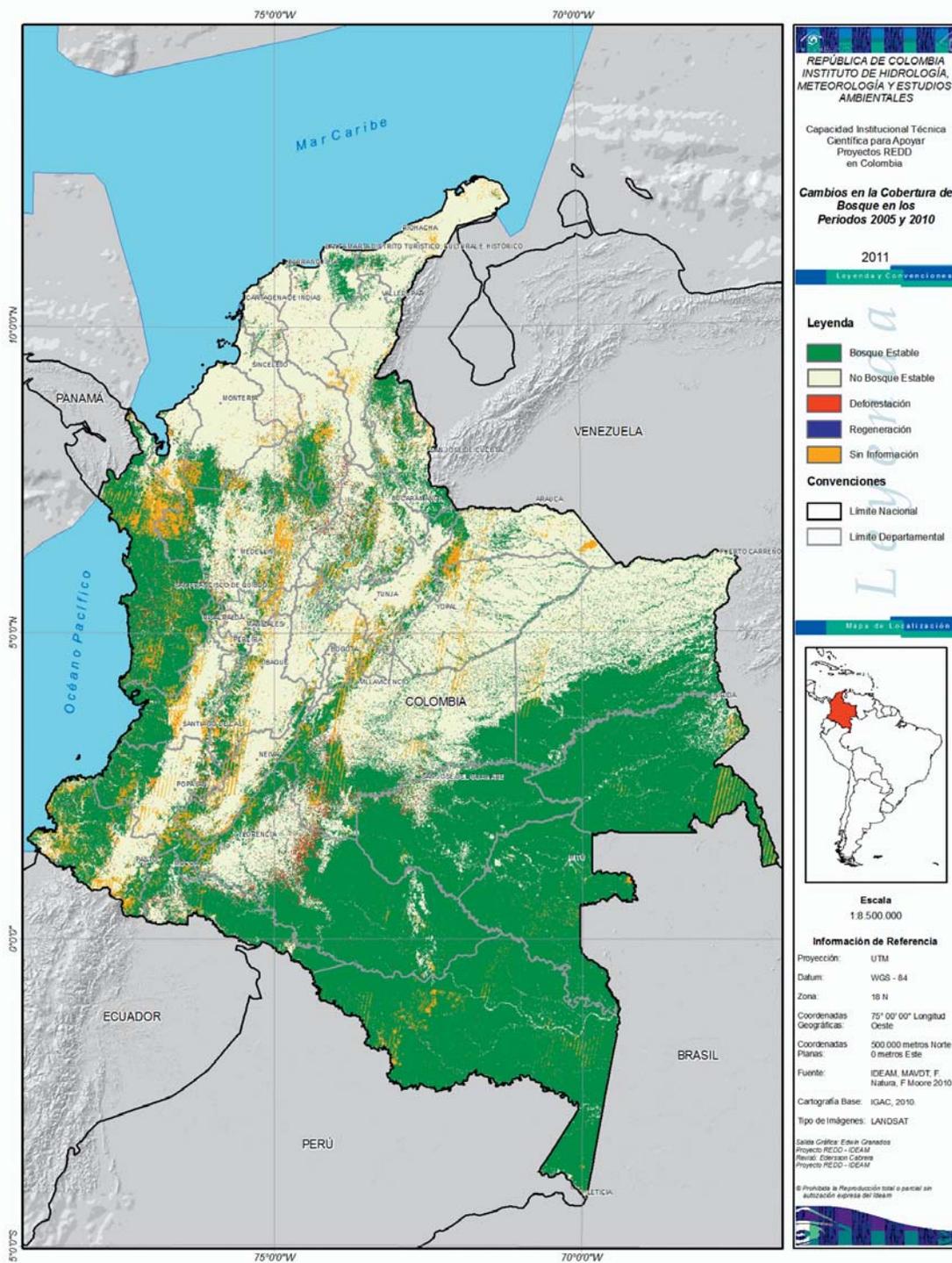


**Figura 4.7** Mapa de cambio 2000-2005





**Figura 4.8** Mapa de cambio 2005-2010



### Detección de tipos de coberturas en áreas de cambio (Periodos 2000-2005 y 2005-2010)

La pérdida de cobertura de bosque natural se presenta principalmente hacia coberturas de *pastos, vegetación secundaria o en transición y áreas agrícolas heterogéneas*, respectivamente.

En el periodo 2000-2005 la participación de las coberturas de pastos y vegetación secundaria es homogénea (39% y 35% respectivamente) mientras que para el periodo 2005-2010 la participación de pastos supera el 50% del área de cambio. Este comportamiento puede ser indicativo de un proceso de praderización y también resalta la importancia de los fenómenos de degradación en Colombia.

Analizando los resultados por jurisdicción de Autoridad Ambiental, CORPOAMAZONÍA, CDA y CORPORAQUÍ son las corporaciones donde se conservan las mayores extensiones de bosque estable, sumando cerca de 40 millones de hectáreas.

#### 4.1.2 Incendios y riesgo de incendios forestales 2009–2010, comportamiento durante el Fenómeno de El Niño

Las estadísticas sobre incendios en Colombia, permiten en términos generales, realizar análisis de su comportamiento bajo diferentes escenarios, esto es: por regiones, departamentos o municipios, con El Niño o en condiciones climáticas normales, por cobertura vegetal afectada, por jurisdicción de Autoridad Ambiental, por año o por mes, y de esta manera la información aquí consignada puede ser utilizada para priorizar áreas, orientar acciones ó sustentar la necesidad de realizar estudios más detallados.

La lectura de los datos debe hacerse en el entender que han sido consolidados a partir de la integración de la información proveniente de entidades del Sistema Nacional Ambiental (SINA)

y entidades del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, la Defensa Civil, entre otras, y aunque se ha adoptado un Formulario Único de Captura (MAVDT & otros, 2002) con el fin de estandarizar la información, este no ha sido utilizado en su totalidad y existen otros formatos desarrollados por las distintas entidades, de acuerdo con sus particularidades técnicas e informáticas.

Esta situación sumada a algunas dificultades en el diligenciamiento del formulario o al no reporte de eventos, ocasiona cifras poco exactas que aunque muestran la necesidad de fortalecer el sistema de información abarcando todo el ciclo, es decir, desde la toma del dato, su reporte, transferencia, consolidación y resultado final, se constituyen en orientadoras para evaluar tendencias.

#### • Área total afectada por departamento.

En el periodo correspondiente a 2009 y 2010, se reportaron incendios en 28 departamentos, siendo Chocó, Amazonas, San Andrés y Vaupés los únicos que no tuvieron reportes.

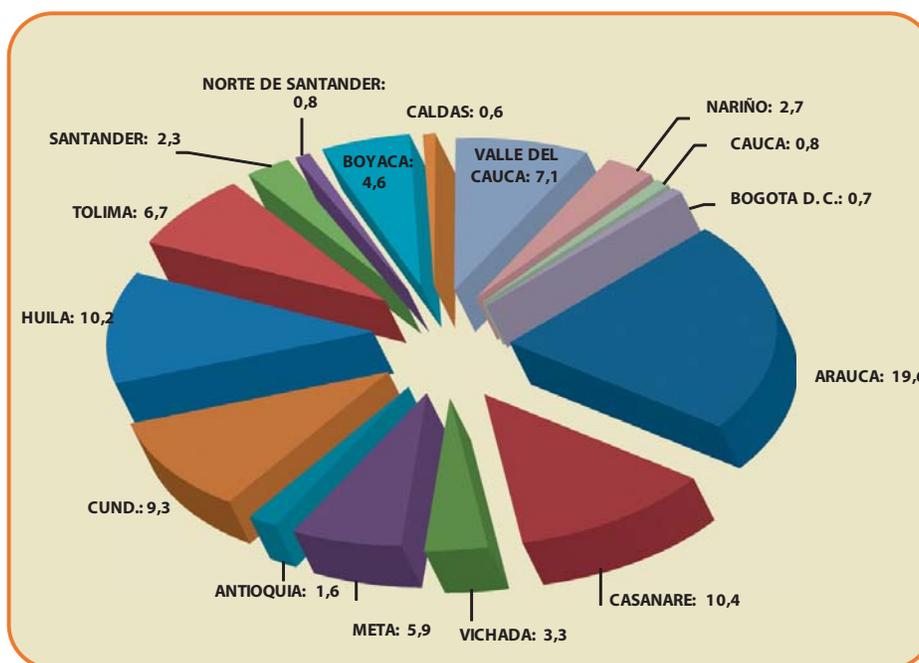
Las hectáreas afectadas en este período ascendieron a 115.640, siendo 33.097 ha en el año 2009, y 82.543 ha en el año 2010;  particularmente durante el primer trimestre, período en el que nos encontrábamos con fenómeno de El Niño.

Arauca tuvo el mayor porcentaje de área afectada por incendios en el país, con 22.662 ha, correspondiente a 19,6 % del área total afectada, principalmente en áreas de sabanas, pastizales y algunas manchas boscosas.

Se destacan también los departamentos de Casanare, Caquetá, Huila y Cundinamarca con 12.078 ha (10,4% del total); 11.983 ha (10,3% del total); 11.850 ha (10,2%) y 11.480 ha (9,91%), respectivamente. Meta con 6.818 ha (5,9% del total); Valle del Cauca con 8.220 ha (7,1%) y Tolima con 7.693 ha (6,7%), (Figura 4.9).



**Figura 4.9** Porcentaje de área total afectada por departamentos durante los años 2009 - 2010<sup>5</sup>



Los meses que mostraron mayor número de hectáreas afectadas, fueron septiembre (2009) con 445 ha, enero (2010) con 1.027 ha, febrero (2010) con 591 ha, y marzo (2010) con 227, siendo coincidentes con la temporada seca del año como los tres últimos ó con fenómeno Niño como sucedió en septiembre de 2009.

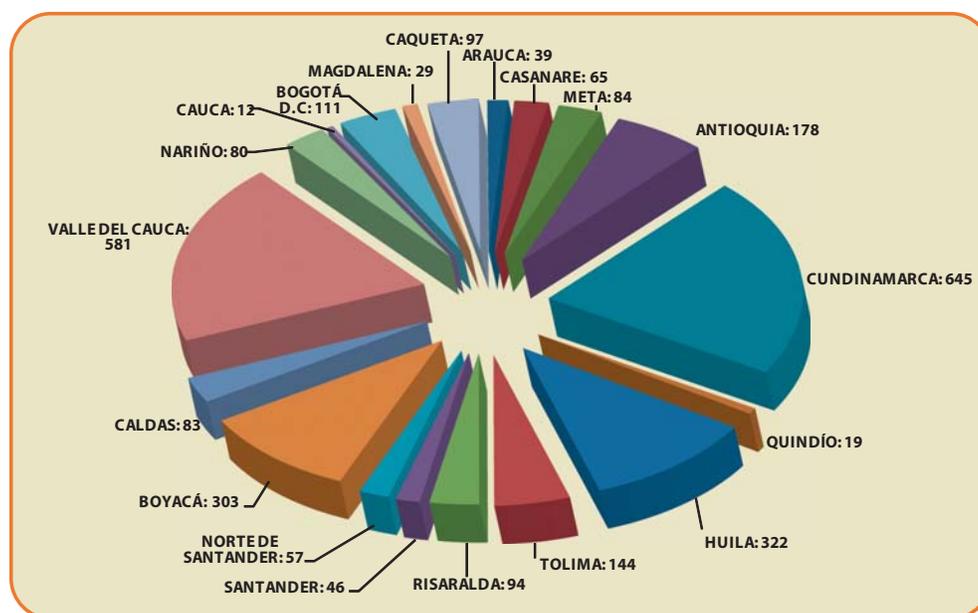
#### • Número de reportes por departamento

Los departamentos con mayor número de incendios no fueron los mismos que presentaron mayor área afectada. Particularmente los departamentos de la región Orinoquía presentaron pocos incendios, pero de gran magnitud y duración, lo que puede interpretarse como la dificultad para su extinción, el difícil acceso, la gran combustibilidad de sus coberturas y/o dificultades en la presencia institucional, entre otras.

De acuerdo con las cifras, el mayor número de incendios se reportó en Cundinamarca, con 756,

aproximadamente el 24,13% del total de incidentes; Valle del Cauca con 581 (18,6%), Huila con 322 (10,3%), Boyacá con 303 (9,7%), Antioquia con 178 (5,7%) y Tolima con 144 (7,2%), los cuales presentan grandes centros poblados, con concentraciones importantes de población en sus sectores rurales, además de tener un importante renglón de actividades agrícolas y pecuarias que conllevan el uso del fuego para preparación de cosechas o procesos de expansión, (Figura 4.9).

De lo anterior, no es sorprendente que la región Andina, en donde está asentada la mayor parte de la población y de las actividades agropecuarias, sea la que exhibió un número mayor de eventos con 1.900, seguida de la región Orinoquía en donde se destacó Meta con 84, y en Amazonía, el departamento de Caquetá con 97. Sin embargo, al analizar detalladamente los reportes, se logró identificar que la región Orinoquía podría mostrar un mayor número de reportes y por lo tanto de áreas afectadas, ya que se observa ausencia de reportes.

**Figura 4.10** Número de reportes por departamento durante 2009 y 2010

Fuente: IDEAM, 2011, basado en los reportes de la Dirección de Gestión del Riesgo; Corporaciones Autónomas Regionales, Parques Nacionales Naturales, Defensa Civil, Bomberos, Secretarías de Ambiente.

La región Caribe mostró cifras bastante bajas con un total de 998 ha (0,6% del total nacional afectado), en Cesar, Sucre, Córdoba, Atlántico, Bolívar, Magdalena y Guajira. Esta cifra se encuentra bastante subestimada si tenemos en cuenta que la amenaza de incendios en esta zona es muy alta, no solo por las temperaturas registradas y las pocas lluvias ocurridas particularmente en los meses influidos por el fenómeno de El Niño, sino por la susceptibilidad de la vegetación a la combustión.

Una de las principales causas de la poca información de esta región, obedece a la falta de continuidad en el envío de los reportes.

#### • Incendios en áreas protegidas de orden nacional

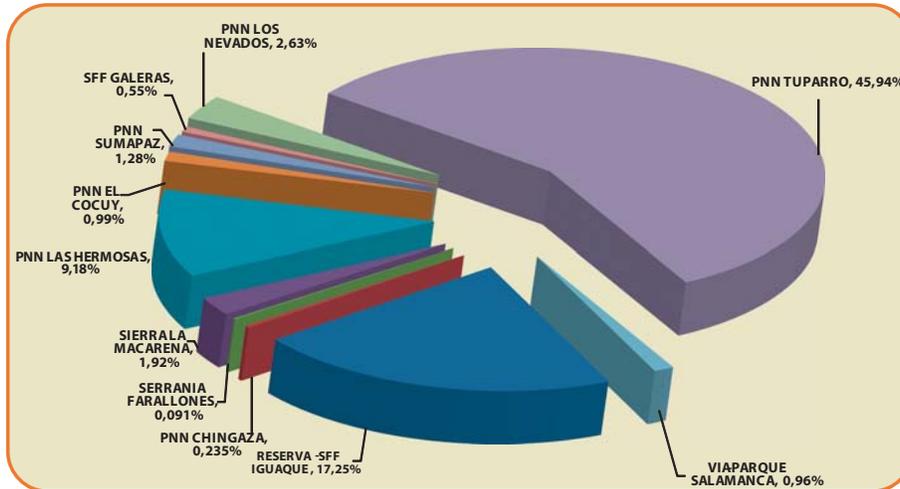
Para el período 2009–2010, en 12 áreas declaradas Parques Nacionales Naturales se reportaron incen-

dios que sumaron un área afectada aproximada de 7.806,42 ha

El Parque Nacional Natural Tuparro ubicado en la Orinoquía Colombiana fue el más afectado con 45,94 % del área total quemada en zonas protegidas en el país, con la ocurrencia de cuatro incendios en los que se quemaron cerca de 3.587 ha. El Santuario de Fauna y Flora Iguaque, ocupó el segundo lugar en área quemada, con 1347.1 ha, correspondiente al 17,25% del total afectado a nivel nacional. El 4 de febrero de 2010 se presentó un incendio en Villa de Leyva (Boyacá), que duró alrededor de 6 días y afectó más de 1.240 ha que demandaron esfuerzos humanos y económicos importantes de las distintas instituciones, para su control y extinción. Le siguió el Parque Nacional Natural de Las Herosas ubicado en Cerrito, Valle del Cauca, que presentó un único incendio, con 717 ha afectadas. Los demás parques presentaron afectación en menor proporción (Figura 4.11).



**Figura 4.11** Porcentaje de área total afectada en zonas protegidas de orden nacional durante 2009 y 2010<sup>6</sup>



El área protegida denominada Vía Parque Isla Salamanca ubicada a lo largo de la carretera que une a Santa Marta con Barranquilla, es la zona de protección con más número de incendios, reportó 23, y un área afectada de 75 ha, por cuanto es un parque muy intervenido y transitado por población civil, que aumenta el riesgo de incendios (Figura 4.12).

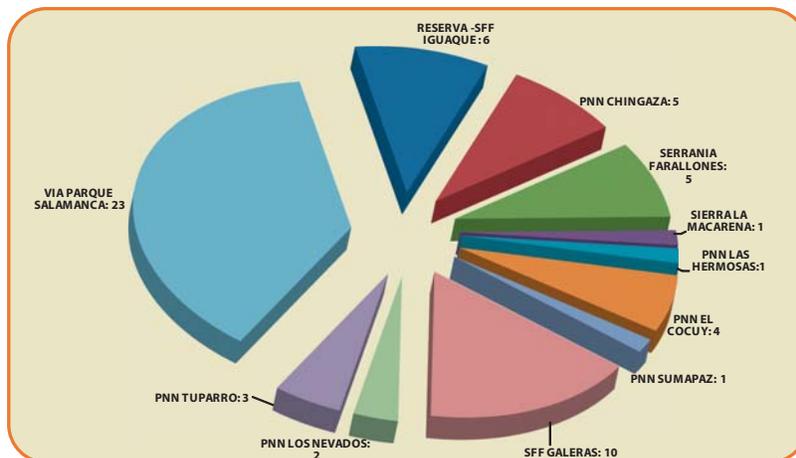
con 5 incendios (18 ha afectadas) y el PNN Farallones de Cali con 5 incendios (6 ha afectadas).

• **Incendios durante el fenómeno de El Niño**

Otras zonas con alto número de incidentes reportados son el Santuario de Fauna y Flora Galeras, ubicado en la ciudad de Pasto, en el volcán del mismo nombre, con 10 incendios y 43 ha afectadas; el PNN Chingaza

El Niño se disipó a finales de mayo de 2010 y, por el contrario, empezó a registrarse un enfriamiento en buena parte del centro-oriente del Océano Pacífico tropical, evidenciándose la etapa temprana del fenómeno de La Niña, favoreciendo el incremento de

**Figura 4.12** Número de reportes de incendios en áreas protegidas de orden nacional durante 2009 y 2010



las lluvias en gran parte del país, en particular, sobre las regiones Caribe y Andina. Estas condiciones se mantuvieron constantemente hasta finales de 2010 registrándose la ola invernal del país más fuerte en los últimos años

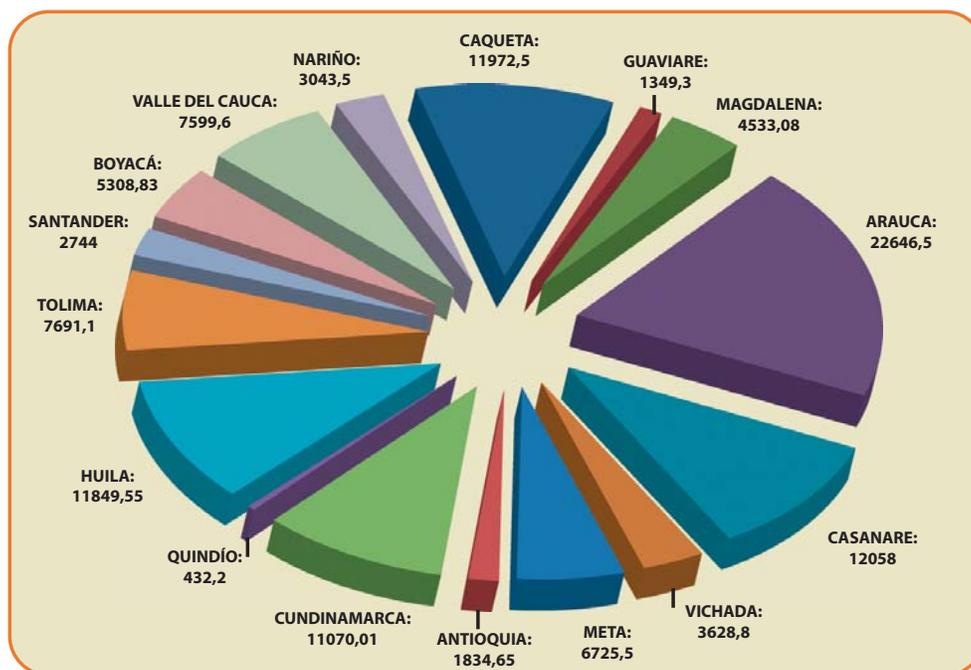
Bajo este escenario climático, la ocurrencia de incendios fue favorecida en la época influida por El Niño, caracterizada por presentar altas temperaturas y baja humedad relativa del aire, en casi todo el territorio nacional, además de una vegetación con estrés hídrico.

Los departamentos de la región Andina fueron los de mayor área total afectada, por incendios registrados durante esta temporada, aproximadamente el 47.6% del total de la región, con 54.321 ha; la región Orinoquía ocupó el segundo lugar con 39.48% y 45.059 ha afectadas (Figura 4.13).

La región con el mayor número de eventos fue, igualmente, la Andina, con 2.518 eventos el 84.98% del total reportados, evidenciando su ocurrencia con presencia de la mayoría de la población y la concentración de actividades agrícolas; se destaca

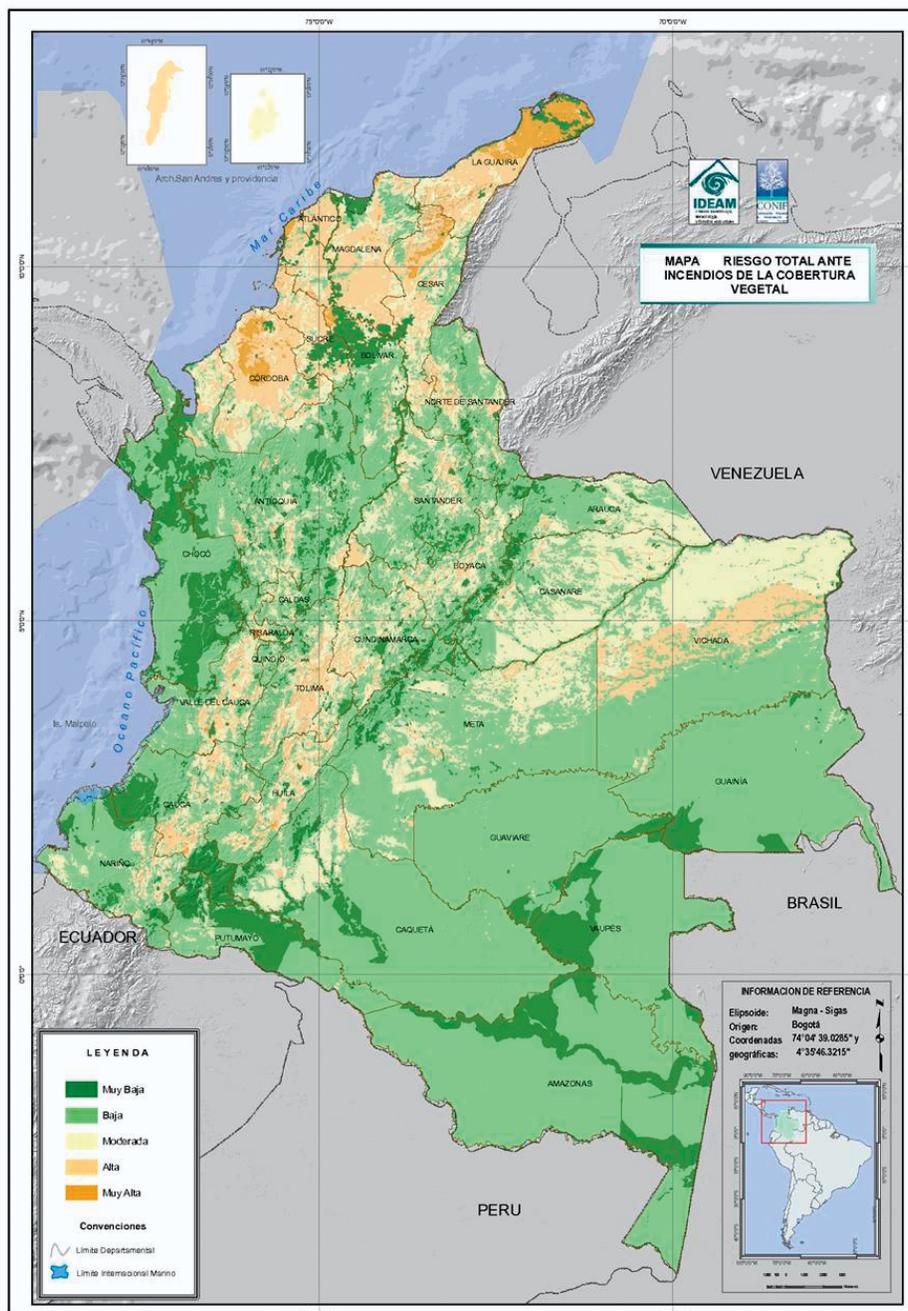
el departamento de Cundinamarca con 725 incendios y 11.070 ha afectadas. Aunque se afirma que la mayoría de los incendios son originados directa e indirectamente por actividades humanas, en especial la agricultura, por el desarrollo de quemas para “limpiar” potreros o esperar rebrotes, esto no se puede afirmar con este estudio, ya que el 80% de los datos reportados no establecieron las causas de incendio. De manera similar ocurre con el tipo del incendio, en donde 77% no está definido, y por lo tanto, no es posible establecer si se trató de un incendio de copa, superficial, mixto o subterráneo. Solo 20% de los incendios fueron reportados específicamente como superficiales, es decir, aquellos incendios que se propagan en forma horizontal sobre la superficie del terreno, consumiendo cualquier tipo de material combustible que se encuentre situado inmediatamente encima de la superficie del terreno y por debajo de las copas de los árboles; este estrato comprende, en su mayoría, hojarasca, ramas muertas, troncos caídos, restos de talas, vegetación herbácea y matorrales. Forman parte de esta categoría los incendios en prados, pastizales, zonas de matorral y sotobosque.

**Figura 4.13** Área (ha) total afectada por departamento durante el fenómeno de El Niño 2009-2010





**Figura 4.14** Mapa de zonificación de riesgos de incendios



• **Mapa nacional de zonificación de riesgos de incendios de la cobertura vegetal**

Los incendios de la cobertura vegetal figuran como uno de los principales motores de transformación

del ambiente y sus efectos se extienden sobre todos sus componentes: aire, suelo, agua, seres vivos, infraestructura, entre otros.

A diferencia de otros eventos catalogados como desastres naturales, los incendios, por lo menos en Co-

lombia, tienen un origen antrópico que de acuerdo con las cifras reportadas en el Protocolo Nacional de Prevención, Control de Incendios Forestales y Restauración de Áreas Afectas (PNPCIFRA) (MAVDT, 2002), asciende a 95% del total de eventos reportados.

El IDEAM, en cumplimiento de lo establecido en el PNPCIFRA y con el fin de brindar insumos para el fortalecimiento de la gestión interinstitucional, elaboró con el apoyo de CONIF en el año 2009, un mapa de zonificación de riesgo de incendios, mediante el cual se analizó el riesgo bajo diferentes escenarios y enfoques, y por lo tanto, se obtuvo un marco de referencia de áreas prioritarias para la gestión.

La metodología se elaboró a escala general aplicable a nivel nacional (escalas 1:500.000 o menores), y se sustentó en la identificación y evaluación de los factores de amenaza más relevantes en la ocurrencia de incendios, como también de la evaluación e identificación de la vulnerabilidad, que incluyó la valoración de los componentes que pueden verse afectados por el incendio o en su defecto contribuyen en su ocurrencia. La selección de variables se hizo de acuerdo con la orientación de expertos en el tema y de la información disponible y los resultados fueron discriminados de acuerdo con dos escenarios: En condiciones normales y con fenómeno de El Niño.

El riesgo es de carácter dinámico y varía de acuerdo con los cambios en uno de sus componentes de amenaza o de vulnerabilidad, siendo este último, aquel que preferencialmente puede ser intervenido por el hombre y al cual se orientan todas las estrategias para disminuir el riesgo.

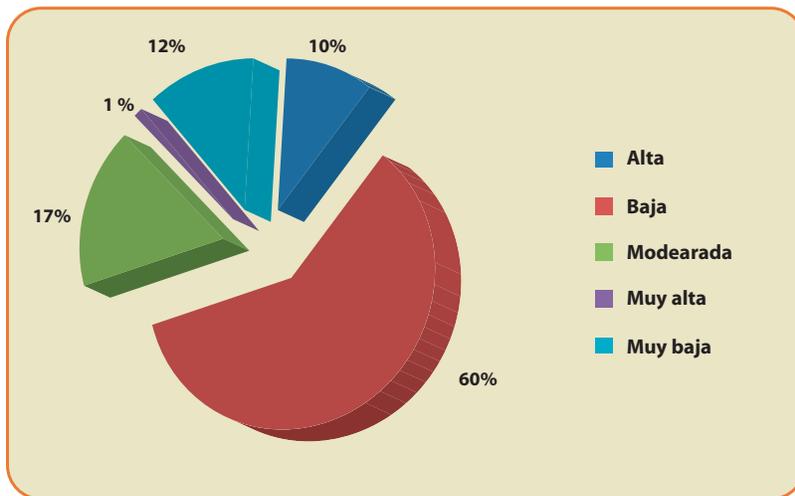
En este sentido, una segunda versión de este mapa podría dar cuenta de los avances en la gestión para reducir el riesgo de incendios en Colombia.

Finalmente, es importante resaltar que la mayor contribución de este mapa no está en los resultados obtenidos, sino en la producción de una propuesta metodológica para la elaboración de mapas de riesgo, basados en un marco conceptual que involucra elementos teóricos sobre el fuego y sobre riesgo.

El IDEAM realizó en el año 2010 un protocolo para realizar Mapas de Zonificación de Riesgos de Incendios a escala 1:100.000 o en caso de disponer la información a escalas más detalladas, que espera ser implementado en diferentes áreas con el fin de elaborar mapas regionales, además de estandarizar la metodología para hacer comparaciones.

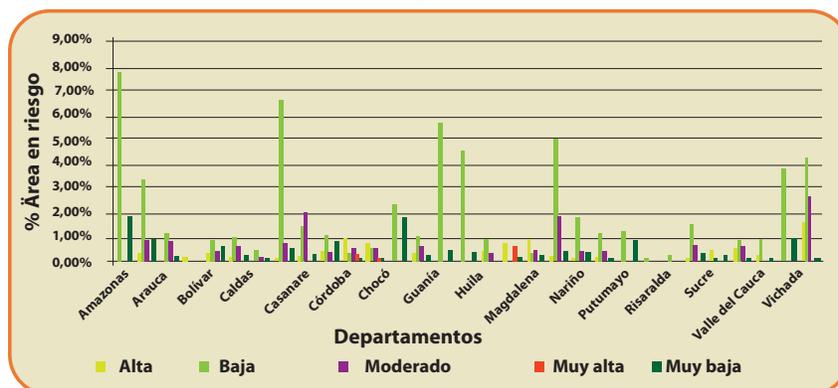
Se puede observar en las Figura 4.15 y Figura 4.16, un análisis de los resultados obtenidos aplicando el modelo en condiciones climatológicas normales.

**Figura 4.15** Riesgo de la cobertura vegetal de incendios bajo condiciones normales





**Figura 4.16** Riesgo de incendio de la cobertura vegetal



Se establecen en las siguientes categorías:

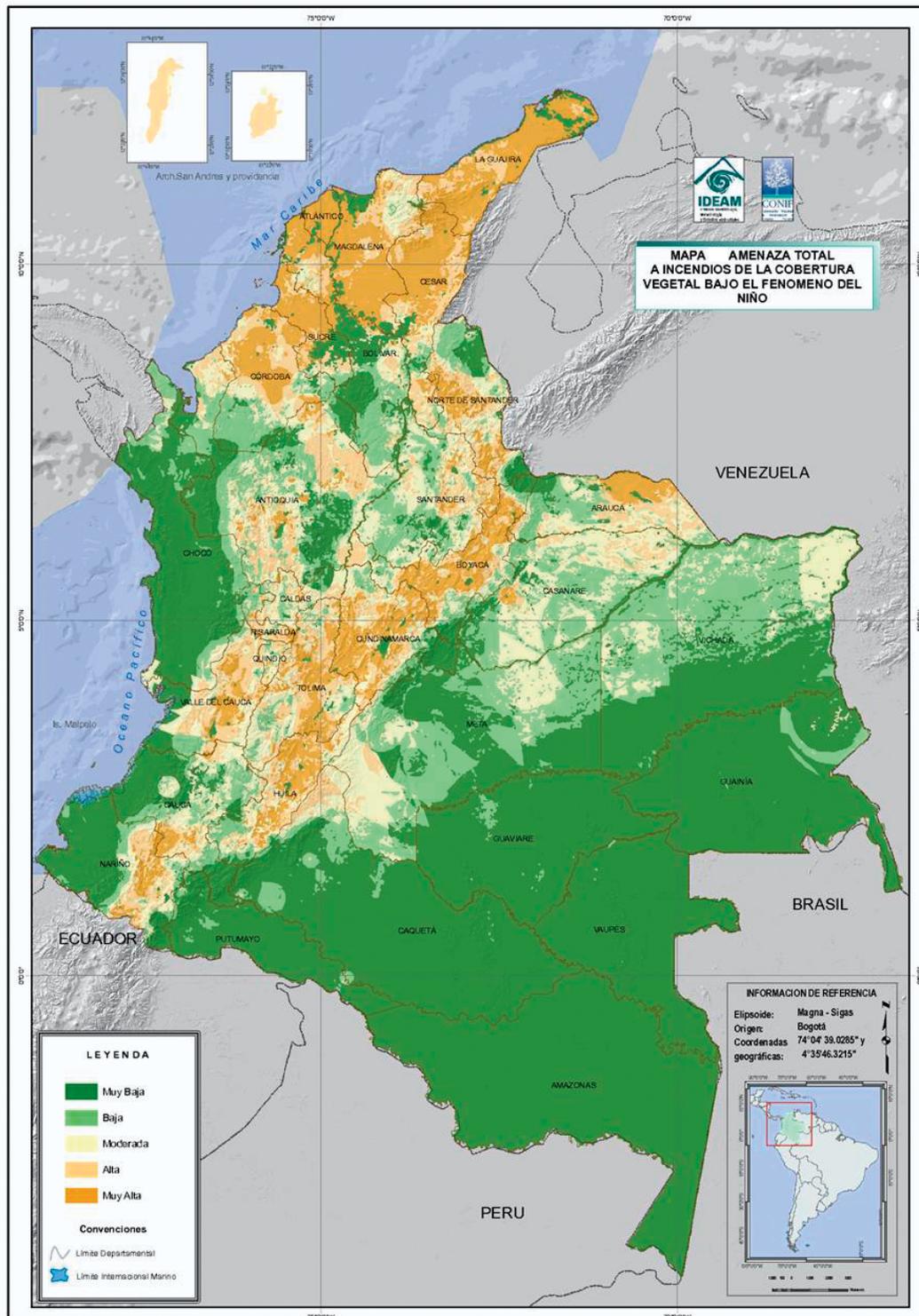
-  **Riesgo muy bajo:** Incluye las áreas que se caracterizan porque el grado de daño que puede llegar a afectarlas por la ocurrencia de un incendio, es mínimo. Los departamentos que se ubican en esta categoría son los siguientes: Amazonas, Antioquia, Caquetá, Chocó, Vaupés, Putumayo y Cauca, que con excepción de Antioquia corresponden a regiones con amplias áreas selváticas y con condiciones ambientales, económicas y sociales que no favorecen la ocurrencia de incendios de la cobertura vegetal. Esta categoría comprende el 12% del territorio nacional.
-  **Riesgo bajo:** Incluye las áreas caracterizadas porque el grado de daño que puede llegar a afectarlas por la ocurrencia de un incendio, es significativo. Sin embargo, las consecuencias ambientales, sociales y económicas generadas por estos eventos no son considerables. El 60% del país presenta un riesgo bajo de incendios de la cobertura vegetal; allí se ven representados casi todos los departamentos del país, debido principalmente a que la mayoría se caracteriza por condiciones climáticas y topográficas que reducen la probabilidad de ocurrencia de un incendio. Así mismo, se incluyen aquellos departamentos que cuentan con capacidad institucional suficiente para hacer frente a estos eventos con lo cual se reduce el riesgo.
-  **Riesgo moderado:** En esta categoría se encuentran Antioquia, Arauca, Casanare, Meta y Vichada, en los cuales los incendios de la cobertura

vegetal tienen un grado de daño medio, que puede ser mitigable. A excepción de Antioquia, estos departamentos se caracterizan por la presencia predominante de pastizales, los cuales son ecosistemas dependientes del fuego y, por lo tanto, sus efectos en la mayoría de las ocasiones no son negativos. Esta categoría abarca un 17% del país.

-  **Riesgo alto:** Incluye las áreas en las que las actividades económicas predominantes son la agricultura y la ganadería, en las cuales son recurrentes las quemaduras prescritas. Adicionalmente, la capacidad institucional de los organismos de respuesta es limitada, esto genera que departamentos como Sucre, Córdoba, Bolívar, Magdalena, La Guajira, Cesar, Huila, Tolima y Vichada posean un riesgo alto, es decir, que el daño que puede ocasionar la ocurrencia de un incendio tendría graves consecuencias desde el punto de vista económico, ambiental y social, sumado a la dificultad para que estas zonas se recuperen. El 10% del país se ubica en esta categoría.

-  **Riesgo muy alto:** En esta categoría se ubican Córdoba, Cesar y La Guajira en los cuales, igual que la anterior categoría, predominan las actividades agropecuarias, solo que en esta se acentúan los factores climáticos como las altas temperaturas y las bajas precipitaciones, lo cual conduce a que el daño generado por los incendios de la cobertura vegetal sea severo y que su recuperación sea aún más compleja. Solo el 1% del país se ubica en esta categoría.

**Figura 4.17** Riesgo total de incendios de la cobertura vegetal bajo el fenómeno de El Niño





El fenómeno de El Niño genera grandes variaciones en las condiciones del tiempo y del clima, incidiendo notablemente en el aumento o disminución del riesgo de incendios de la cobertura vegetal en el país. Estos cambios en las condiciones generan que la amenaza total de incendios de la cobertura vegetal se vea afectada; por lo tanto, se requiere la realización de un análisis individual que permita comparar el riesgo bajo condiciones normales y bajo el fenómeno de El Niño. (Figura 4.18)

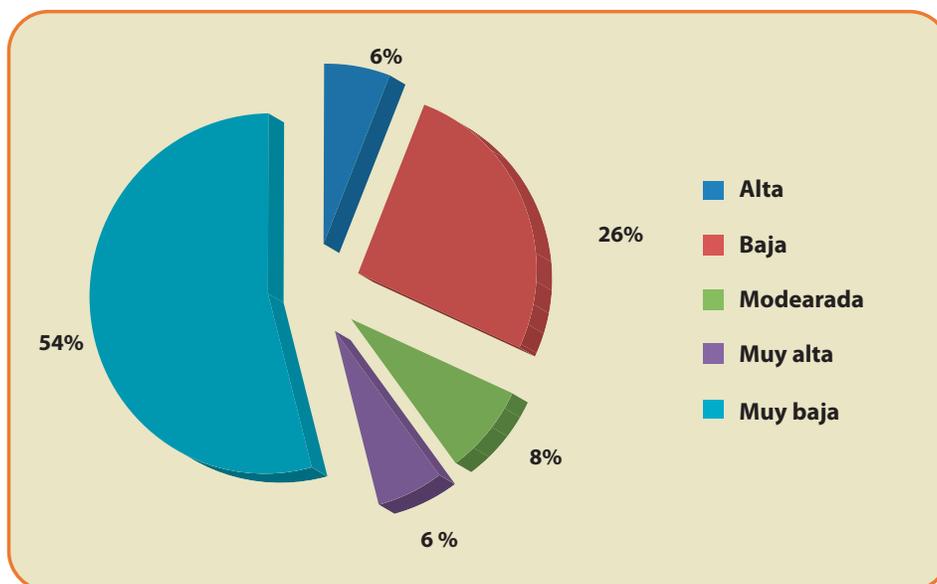
A continuación se desarrolla el análisis por cada una de las categorías ante la presencia de fenómeno de El Niño:

- **Riesgo muy bajo:** En condiciones normales esta categoría comprende el 12% del territorio nacional, pero cuando en el país está presente esta anomalía climática, aumenta hasta llegar al 54%. La mayoría de los departamentos que se ubicaban en riesgo bajo, pasan a riesgo muy bajo, esto se entiende debido a que las condiciones climáticas cambian reduciendo el riesgo en estos eventos.
- **Riesgo bajo:** En condiciones normales el 60% del país se ubica en esta categoría, pero bajo la

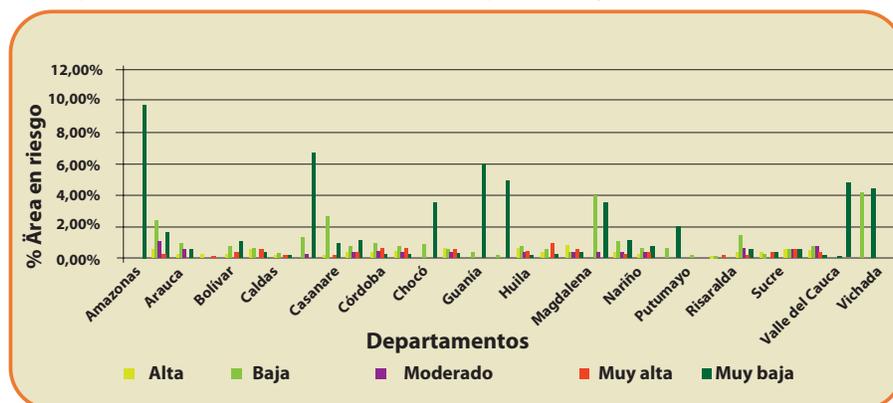
influencia del fenómeno de El Niño se reduce hasta el 12%; ahora, departamentos que se encontraban entre riesgo moderado y alto pasan a esta categoría como Antioquia, Arauca, Casanare, Meta, Vichada, Córdoba y Bolívar

- **Riesgo moderado:** Esta categoría pasa del 17 % al 8% del área total del país, y como se mencionó anteriormente la mayoría de los departamentos redujeron su riesgo frente a los incendios de la cobertura vegetal, quedando en esta categoría Tolima, Valle del Cauca y Antioquia.
- **Riesgo alto:** Esta categoría se reduce pasando de un 10% a un 6%; al igual que lo sucedido en las otras categorías, se desplazan algunos departamentos. Se mantienen Magdalena, Tolima, Antioquia, Boyacá, Valle del Cauca y Cundinamarca.
- **Riesgo muy alto:** Igual que en el riesgo muy bajo se observa una aumento en el porcentaje de este riesgo, pasa del 1% al 6%, esto se debe a que el fenómeno de El Niño acentúa las condiciones climáticas en ciertas regiones del país; en esta categoría se ubican Boyacá, Cesar, Córdoba, la Guajira, Magdalena, Tolima y Cundinamarca.

**Figura 4.18 Riesgo de incendios de la cobertura vegetal bajo Fenómeno de El Niño**



**Figura 4.19 Riesgo de incendios de las coberturas vegetales bajo el fenómeno de El Niño**



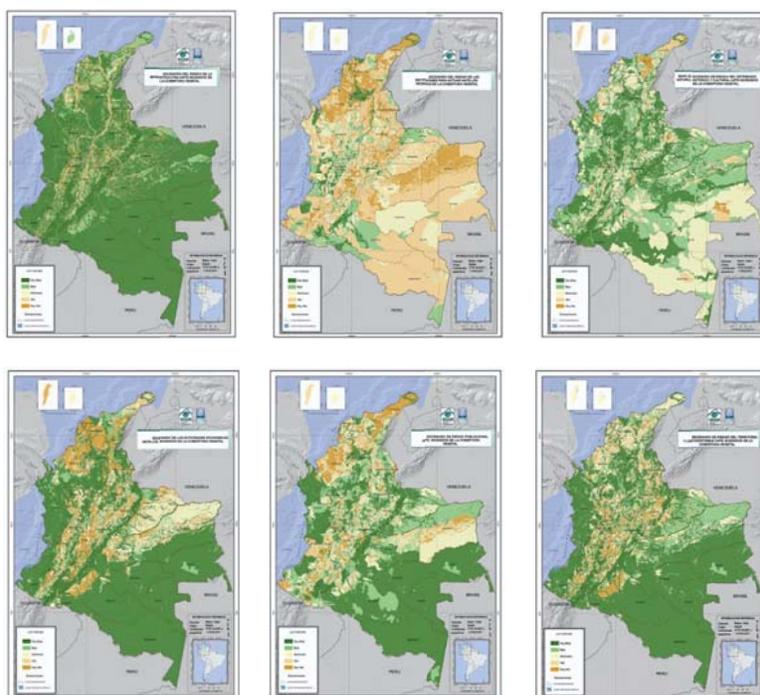
Adicionalmente, se realizaron análisis para los siguientes escenarios (Figuras 4.20 y 4.21):

- 🔥 Escenario de riesgo poblacional ante los incendios de la cobertura vegetal.
- 🔥 Escenario de riesgo del territorio y los ecosistemas ante los incendios de la cobertura vegetal.

- 🔥 Escenario de riesgo económico ante los incendios de la cobertura vegetal.
- 🔥 Escenario de riesgo institucional ante los incendios de la cobertura vegetal.
- 🔥 Escenario de riesgo de la infraestructura ante los incendios de la cobertura vegetal.

**Figura 4.20 Escenarios de riesgo por incendios de la cobertura vegetal**

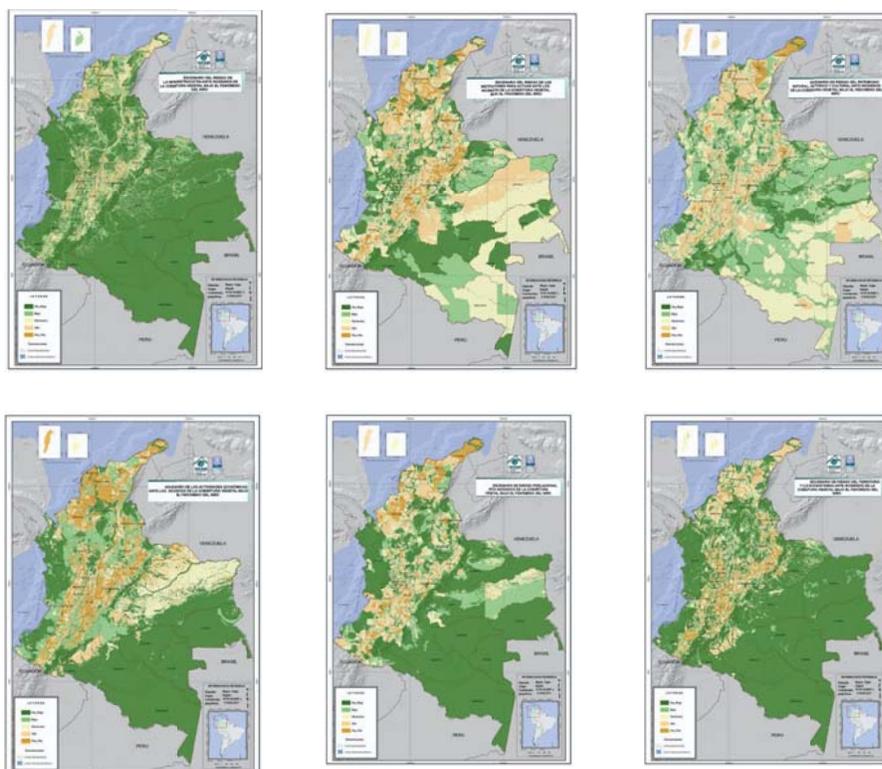
Bajo condiciones normales de precipitación y temperatura





**Figura 4.21 Escenarios de riesgo por incendios de la cobertura vegetal**

Bajo condiciones del fenómeno de El Niño



#### 4.1.3 Deforestación, praderización y degradación de los bosques en la Amazonía

En los últimos años el Instituto SINCHI ha adelantado un proceso encaminado a la consolidación de un programa de seguimiento al estado de los ecosistemas y del ambiente de la Amazonía Colombiana; esto se está haciendo a través de un conjunto de indicadores diseñados como parte de la línea base ambiental regional (Murcia, et. ál., 2003). Para el caso de los cambios en las coberturas de la tierra, se mantienen tres indicadores que evidencian las dinámicas de cambio; dichos indicadores permiten el seguimiento a la deforestación, la praderización y la degradación de los bosques.

Estos indicadores se pueden calcular por primera vez con la información de los mapas de coberturas de los años 2002 y 2007, después de hacer los análisis de cambio multitemporal. Los resultados se pre-

sentan en varios ámbitos geográficos, inicialmente para toda la Amazonía, luego para los grandes paisajes, jurisdicción de las Corporaciones Autónomas Regionales o de Desarrollo Sostenible (CAR), los departamentos y, finalmente, para cada uno de los municipios ubicados en el territorio amazónico.

#### Deforestación<sup>7</sup>

Evidencia la pérdida de los bosques, como resultado de los procesos de intervención de los ecosistemas por las acciones antrópicas. En la Amazonía Colombiana, la pérdida de bosques es uno de los principales fenómenos que se producen en la región, año tras año, asociadas a las acciones de los grupos humanos. Este proceso se mide con el indicador Tasa Media Anual de Deforestación (Murcia, et. ál., 2003).

Tasa Media Anual de Deforestación (TMAD). Este indicador mide la magnitud de la deforestación de

los bosques amazónicos, tomando el total deforestado en un determinado periodo y dividiéndolo por el número de años de dicho periodo (Murcia, et. ál., 2003).

TMAD por Corporación: Durante los cinco años analizados (2002-2007), se deforestaron 7.683 km<sup>2</sup>, a una tasa de 1.536 km<sup>2</sup> /año . En la Figura 4.22 se presenta la espacialización de las áreas deforestadas.

TMAD por Corporación: Las cifras de deforestación total y tasa media anual en las áreas sobre las cuales hacen gestión ambiental las seis Autoridades Ambientales de la región, se presentan en la Tabla 4.2.

**Tabla 4.2 Tasa Media Anual de Deforestación por CAR**

Corporación	Pérdida de bosques 2002-2007 (km <sup>2</sup> )	TMAD (km <sup>2</sup> /año)
CORPOAMAZONÍA	3.599,77	720,0
CDA	1.882,38	376,5
CORMACARENA	1.712,56	342,5
CORPORINOQUÍA	355,82	71,2
CRC	91,36	18,3
CORPONARIÑO	41,06	8,2
TOTAL REGIÓN	7.682,96	1536,6

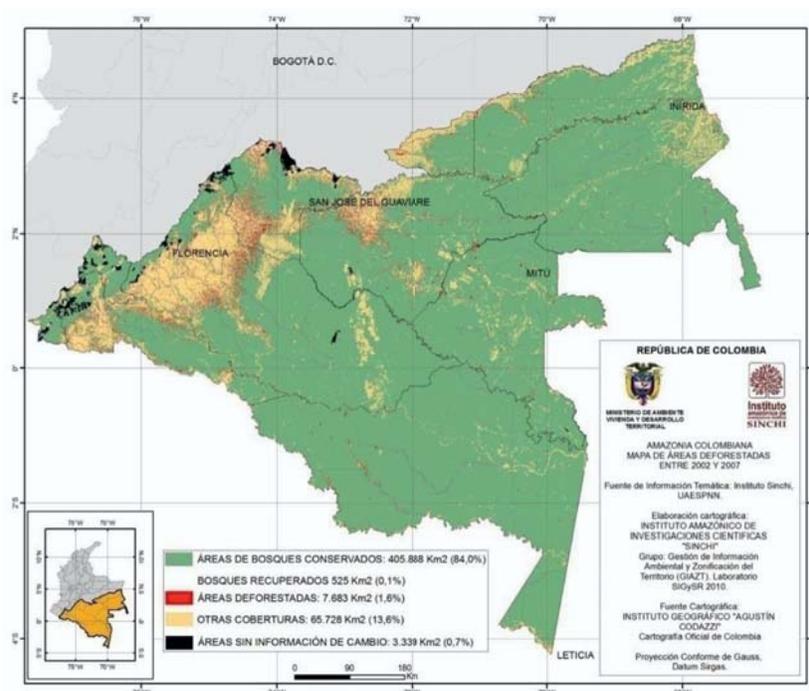
Fuente: SINCHI.

TMAD por departamentos: Son diez departamentos que tienen territorio Amazónico, de los cuales seis están incluidos de manera total en la región y cuatro de manera parcial (\*) según la Tabla 4.3. La magnitud del proceso de deforestación vista por departamento se presenta en misma tabla. Las mayores tasas de deforestación, de mayor a menor, las tienen los departamentos de Caquetá, Meta, Guaviare y Putumayo.

**Tabla 4.3 Tasa Media Anual de Deforestación por departamentos**

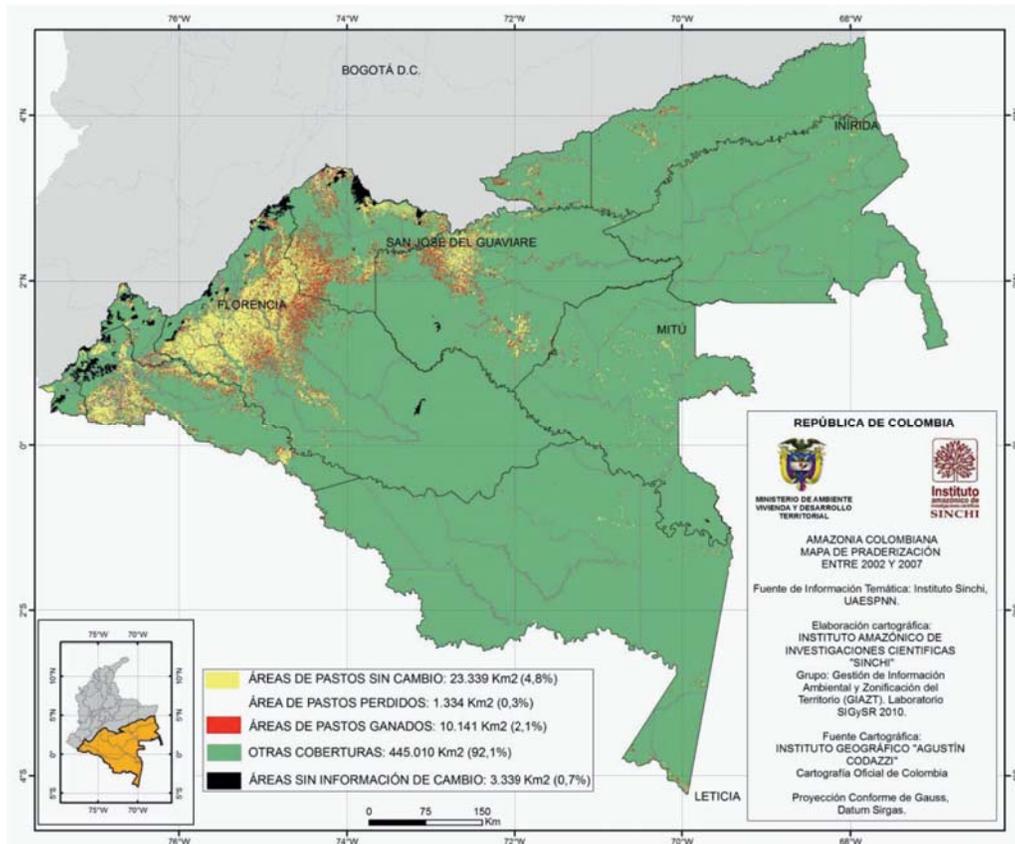
Departamento	Pérdida de bosques 2002-2007 (km <sup>2</sup> )	TMAD (km <sup>2</sup> /año)
Amazonas	413,89	82,8
Caquetá	2.093,36	418,7
Cauca (*)	91,58	18,3
Guainía	312,58	62,5
Guaviare	1.315,26	263,1
Meta (*)	1.711,84	342,4
Nariño (*)	41,06	8,2
Putumayo	1.090,48	218,1
Vaupés	257,08	51,4
Vichada (*)	355,84	71,2
TOTAL REGIÓN	7.682,96	1.536,6

**Figura 4.22 Mapa de localización de las áreas deforestadas en el periodo 2002-2007**





**Figura 4.23** Mapa de localización de las áreas nuevas de pastizales en el periodo 2002-2007



### Praderización

Es el incremento de las áreas de pastos cultivados en las zonas que antes estaban en coberturas como bosques naturales, bosques fragmentados o arbustales; este tipo de cobertura es la base de un modelo de ganadería semiextensiva en la Amazonía Colombiana. Es importante hacer seguimiento a este fenómeno de aumento de los pastizales, puesto que, por una parte, el territorio de la Amazonía no es apto para el uso de ganadería, y de otra parte, es frecuente que se instalen pastos aún cuando no haya ganado.

Este proceso se mide con el indicador Tasa Media Anual de Praderización (TMAP), diseñado por el Instituto SINCHI (Murcia, et. ál., 2003) como parte de la línea base ambiental. Este indicador mide el incremento de las áreas sembradas en pastos, excluyendo los herbazales de las sabanas naturales; toman-

do el total de dicho incremento en un determinado periodo y dividiéndolo por el número de años de dicho periodo (Murcia, et. ál., 2003).

La TMAP en toda la región: Durante los cinco años analizados (2002-2007), los pastos tuvieron un incremento de 10.140,8 km<sup>2</sup>, con una tasa media anual de praderización de 2.028 km<sup>2</sup>/año ✓. En la Figura 4.23 se pueden apreciar las zonas en las cuales el proceso de praderización fue más intenso, las cuales coinciden con el arco de intervención de la Amazonía ubicado en el sector noroccidental de esta región, principalmente en los departamentos de Guaviare, Meta, Caquetá y Putumayo.

La TMAP por Corporación: Los mayores incrementos de los pastizales estuvieron en la jurisdicción de CORPOAMAZONÍA, CORMACARENA y la CDA (Tabla 4.4 Tasa Media Anual de Praderización por Corporación).

**Tabla 4.4 Tasa Media Anual de Praderización por Corporación**

Corporación	Ganancia total del área en pastos 2002-2007 (km <sup>2</sup> )	TMAP (km <sup>2</sup> /año)
CORPOAMAZONÍA	5.490,11	1.098,0
CORMACARENA	2.445,31	489,1
CDA	1.771,33	354,3
CORPORINOQUÍA	249,20	49,8
CRC	146,74	29,3
CORPONARIÑO	38,20	7,6
TOTAL REGIÓN	10.140,89	2.028,2

Fuente: SINCHI

La TMAP por departamentos: En la Tabla 4.5 se presenta las cifras del total praderizado en los cinco años y de las tasas medias anuales para los diez departamentos amazónicos. Las mayores tasas de praderización se reportan en los departamentos de Caquetá, Meta, Guaviare y Putumayo.

**Tabla 4.5 Tasa Media Anual de Praderización por departamentos**

Departamento	Ganancia del área en pastos 2002-2007 (km <sup>2</sup> )	TMAP (km <sup>2</sup> /año)
AMAZONAS	140,05	28,0
CAQUETÁ	4052,18	810,4
CAUCA	146,47	29,3
GUAINÍA	133,20	26,6
GUAVIARE	1.494,06	298,8
META	2.442,04	488,4
NARIÑO	38,20	7,6
PUTUMAYO	1.296,08	259,2
VAUPÉS	149,41	29,9
VICHADA	249,19	49,8
TOTAL REGIÓN	10.140,89	2.028,2

Fuente: SINCHI

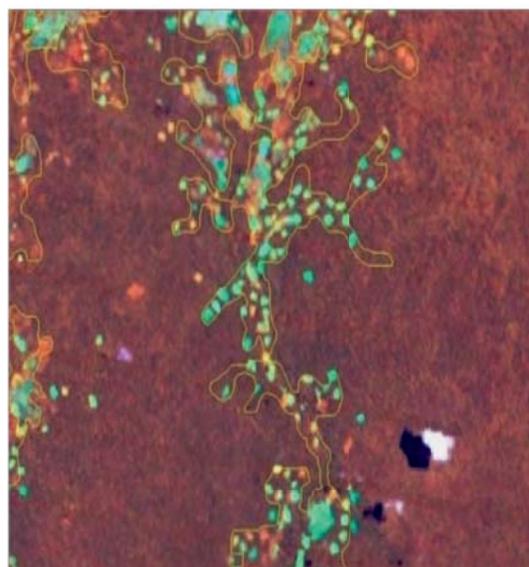
### Degradación de bosques

No solo la desaparición total del bosque es la forma de afectar la estructura, composición y servicios que ofrece, cuando se hacen usos no sostenibles o se interviene de manera inadecuada, también se impactan los bosques. Para este estudio se toma la variable bosque fragmentado (IDEAM, 2009), para

evidenciar este estado, el cual es la primera muestra de los procesos de intervención y degradación de los bosques.

Para este caso la fragmentación es la afectación de los bosques nativos por procesos de perforación de su continuidad horizontal, debido a la implantación de otras coberturas de origen antrópico, como pastos o cultivos, en chagras de pequeñas áreas. Se mide con el indicador Tasa Media Anual de Degradación del Bosque (TMADB). Se toma como el área (km<sup>2</sup>) de bosque que sufrió fragmentación en el periodo 2002 al 2007 y se divide por el número de años del periodo de estudio, que para este caso es de cinco años.

La TMADB en toda la región: El total de superficie de bosques que sufrió fragmentación fue de 2.066,85 km<sup>2</sup>, para toda la Amazonía Colombiana, a una tasa anual de 413 km<sup>2</sup>. En la figura 4.24 se puede observar el patrón espacial de la fragmentación de los bosques.

**Figura 4.24 Bosque fragmentado por proceso de intervención antrópica**

Fuente: SINCHI

La TMADB por Corporaciones: Cuando el análisis se hace para las CAR, se detecta que la mayor área afectada se reporta para CORPOAMAZONÍA, seguida por la CDA y CORMACARENA (Tabla 4.6).



**Tabla 4.6 Tasa Media Anual de Bosques fragmentados por CAR**

Corporación	Incremento de las áreas (km <sup>2</sup> ) en bosques fragmentados (2002-2007)	TMADB (km <sup>2</sup> /año)
CORPOAMAZONÍA	1.084,39	216,9
CDA	528,47	105,7
CORMACARENA	292,49	58,5
CORPORINOQUÍA	109,11	21,8
CRC	43,79	8,8
CORPONARIÑO	8,61	1,7
TOTAL REGIÓN	2.066,85	413,4

Fuente: SINCHI.

La TMADB por departamentos: Todos los diez departamentos con territorio amazónico evidenciaron incremento en las áreas afectadas por fragmentación de los bosques (Tabla 4.7), estando Caquetá, Putumayo y Guaviare con las mayores tasas respectivamente.

**Tabla 4.7 Tasa Media Anual de Bosques fragmentados por departamentos**

Departamento	Incremento de las áreas (km <sup>2</sup> ) en bosques fragmentados (2002-2007)	TMADB (km <sup>2</sup> /año)
AMAZONAS	181,76	36,4
CAQUETÁ	498,43	99,7
CAUCA	43,80	8,8
GUAINÍA	66,35	13,3
GUAVIARE	388,57	77,7
META	292,97	58,6
NARIÑO	8,61	1,7
PUTUMAYO	403,61	80,7
VAUPÉS	73,62	14,7
VICHADA	109,12	21,8
TOTAL REGIÓN	2.066,85	413,4

Fuente: SINCHI.

#### • Ocupación, poblamiento y urbanización

La Región Amazónica Colombiana presenta distintos modelos de poblamiento, de ocupación y de urbanización, los cuales están asociados con diversas condiciones poblacionales y demográficas, sociales, económicas, espacio-funcionales y ambientales, que ejercen presiones potencialmente negativas sobre el entorno físico y el medio natural. El crecimiento de la población, su densificación y la acción de ciertas prácticas socioeconómicas como

la colonización, la praderización, la minería, la urbanización, los grandes proyectos, los cultivos de uso ilícito y la lucha contra ellos, entre otros, aceleran los procesos naturales propiciando el deterioro permanente del mencionado entorno físico-biótico.

Se presenta a continuación una mirada a la región Amazónica Colombiana, analizada a partir de sus procesos de ocupación, poblamiento y urbanización. Se inicia con la definición y delimitación de la región y de las subregiones que vienen configurando el proceso de ocupación y urbanización. De esta síntesis hace parte una rápida mirada a sus dinámicas demográficas, así como a dos de los procesos de mayor impacto en la comprensión actual de lo que pasa en la región: la urbanización y los cultivos con fines ilícitos.

La Amazonía Colombiana es una de las grandes regiones del país. Es posible verificar su constitución por la convergencia de varios criterios, los cuales permiten diferentes aproximaciones disciplinarias, instrumentales y de política pública: la cobertura de selva húmeda se extiende en un área mayor a la de su propia cuenca; de igual manera, la selva se extiende sobre diez entidades político administrativas y en su dinámica interna, la ocupación humana comienza a mostrarse como un criterio de regionalización.

En efecto, la selva en su parte norte rebasa el límite de la cuenca hidrográfica del río Amazonas, por cuanto su cobertura se extiende hasta el río Vichada, es decir que incluye parte de la cuenca del río Orinoco al norte, y en la parte andino-amazónica llega en promedio hasta los 1.000 msnm.

Por su parte, la cuenca hidrográfica del río Amazonas comprende la divisoria de aguas en la cordillera oriental –con alturas superiores a los 4.000 msnm–, hasta su desembocadura en el Atlántico. Por tanto, incluye ecosistemas de bosques de niebla, altoandinos y de páramos.

Desde el punto de vista político y administrativo, comprende los territorios completos de los departamentos de Amazonas, Caquetá, Guainía, Guaviare, Putumayo y Vaupés, y parte de los territorios de Vichada, Meta, Cauca y Nariño. Los departamentos

con mayor participación en área son, en su orden, Amazonas, Caquetá, Guainía y los de menor participación Nariño, Cauca y Putumayo.

Por criterios de uso y ocupación de la región, es posible dividirla en dos grandes subregiones de acuerdo con los procesos humanos, sus grupos y relaciones sociales, económicas y ambientales: la Amazonía Noroccidental y la Amazonía Suroriental.

Los límites actuales de estas subregiones, se trazan teniendo en cuenta las evidencias de los procesos de ocupación y consolidación de la actividad antrópica. Estos límites variarán a medida que los procesos de intervención se desplacen, tanto hacia el oriente del país, como a la parte andina.

#### • Amazonía Noroccidental

Esta subregión corresponde al área de poblamiento continuo, organizado en jerarquías de ciudades y/o pueblos a través de la red de comunicaciones que integra el conjunto y cuya economía se basa en la producción de mercancías. Esta subregión hace parte de un enorme anillo de intervención o poblamiento que rodea la periferia Amazónica de todos los países de la cuenca. Pertenecen a la actual Amazonía Noroccidental, el departamento de Putumayo y parte de los departamentos de Caquetá (occidente), Guaviare (noroccidente), Meta (suroccidente), Vichada (sur), Cauca (la Bota Caucana) y Nariño (extremo suroriental). Esta subregión ocupa actualmente el 34,47%, de la Amazonía Colombiana (164.506,34 km<sup>2</sup> aproximadamente), siendo la de menor extensión.

Se estructura a partir de los procesos de colonización acaecidos en el piedemonte putumayense, caqueteño, metense y en el eje de los ríos Ariari-Guayabero-Guaviare, se funda en una distribución continua para la producción y circulación de mercancías, la cual ha tenido como soporte la conformación de las redes de infraestructura vial, a través de las cuales circulan los flujos sociales y económicos. Se caracteriza por una mayor densidad demográfica, respecto a la subregión de la Amazonía Suroriental. Su poblamiento es continuo y forma grandes manchas o cinturones

alargados que siguen las principales vías de comunicación. La región constituye una expansión de las áreas vecinas de antigua incorporación al mercado nacional y por eso en ellas predomina el colono blanco –culturalmente–, presentando una total hegemonía sobre las poblaciones de esta subregión.

#### • Amazonía Suroriental

Se localiza a partir del límite anterior en dirección sureste y corresponde al área predominantemente del bosque húmedo tropical, donde vive una población dispersa, en su gran mayoría indígena y cuya economía se basa especialmente en la subsistencia. En esta se halla inmersos los centros político-administrativos y los centros mineros, pues son enclaves geopolíticos y económico-extractivos. Los enclaves geopolíticos considerados son: Leticia y Puerto Nariño (Amazonas), Mitú (Vaupés) y Puerto Inírida (Guainía). Los enclaves económico-extractivos corresponden a: el municipio de Taraira (Vaupés) y los corregimientos departamentales de Tarapacá, La Pedrera, El Encanto y La Chorrera (Amazonas) y la inspección de policía de Araracuara (Solano - Caquetá). Pertenecen a la Amazonía Oriental, los departamentos de Amazonas, Vaupés y Guainía y parte de los territorios del Caquetá (oriente) y Guaviare (suroriente). Su área equivale al 65,53% de la región Amazónica Colombiana y tiene una extensión de 312.768 km<sup>2</sup> aproximadamente, siendo su área mayor que la anterior. Pertenecen a la subregión, parcialmente, los municipios de Solano, Puerto Rico y San Vicente del Caguán del departamento del Caquetá, El Retorno Miraflores y Calamar y San José del Guaviare, en Guaviare.

En la Amazonía Suroriental, la organización histórica del espacio se ha dado a través de las vías de comunicación natural constituidas por los ríos amazonenses, andinenses y sus principales tributarios. Los actuales asentamientos de herencia milenaria son conformados por grupos indígenas culturalmente diversos, localizados principalmente en los departamentos de Guainía, Vaupés y Amazonas.



## Dinámica poblacional

Los datos corresponden a los de población conciliada producidos por el DANE, con base en la información censal 2005. La superficie municipal de la región amazónica fue obtenida por el grupo de investigación mediante análisis espacial, generando una estimación de las áreas municipales que están dentro de la región, a partir de las superficies totales de los municipios, que fueron aportadas por la Oficina de Deslindes del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Según los cálculos realizados por el instituto SINCHI a partir de información generada por el DANE durante el censo de población 2005, la región cuenta con una población cercana a 1.177.484 habitantes, de los cuales 506.105 corresponden a población asentada en cabeceras municipales y 671.379 a personas que viven en el resto del territorio. Los departamentos más poblados son Caquetá con 420.337 habitantes (35,7%) y Putumayo con 310.132 habitantes (26,3%) que, en su conjunto, alberga más del 62% de la población. Respecto a los municipios, son Florencia con el 12,2% de la población (equivalente a 143.871 habitantes), San Vicente del Caguán con 4,8% (56.674 habitantes), Puerto Asís con 4,7% (55.759 habitantes), y San José del Guaviare con 4,6% (53.994 habitantes), son los que mayor población tienen. Estos valores corresponden a los datos de población ajustada por territorio, cuyo cálculo tiene en cuenta que no todo el territorio municipal de algunos entes territoriales hacen parte de la región.

Más del 84% de la población total (989.877 habitantes), se encuentra ubicada en la subregión noroccidental, la cual tiene una superficie equivalente al 34,4% de la región. El restante 16% de la población se encuentra en la subregión suroriental, la cual ocupa el 65,6% de su superficie. Analizada en su conjunto, la región aún no presenta la mayor parte de su población viviendo en sus cabeceras municipales, aún cuando los departamentos de Caquetá y Guaviare presentan niveles de urbanización superiores a 50%.

La región muestra la particular característica que en sus áreas rurales la mayor parte de la población

es masculina. De acuerdo a los mismos datos del año 2005, el 53,1% de la población rural es masculina, mientras que en las cabeceras la población femenina era ligeramente superior (51,0%). Por otra parte, una muy importante fracción de la población es menor de 30 años (61,5%) y una porción relativamente alta es población dependiente, menor de 15 años o mayor de 64 años (34,0%). A nivel agregado, la región muestra que aproximadamente el 61,5% de su población reside en el municipio de nacimiento, mientras que el 33,4% reside en otro municipio.

Para la región se registra un promedio de 2,5 hab/km<sup>2</sup>, teniendo en cuenta la población total, y un promedio de 1,4 hab/km<sup>2</sup>, excluyendo del cálculo la población de las cabeceras municipales.

El análisis departamental revela una gran heterogeneidad en los valores de densidad poblacional. Los departamentos que quedan cerca de la región andina presentan densidades de población relativamente altas, es el caso de: Nariño (30,7 hab/km<sup>2</sup> tanto de densidad de población total como de densidad de población resto)<sup>8</sup>, Putumayo (12,5 hab/km<sup>2</sup> de densidad de población total y 7,0 hab/km<sup>2</sup> de densidad de población resto), Caquetá (4,7 hab/km<sup>2</sup> de densidad de población total y 2,1 hab/km<sup>2</sup> de densidad de población resto).

En cuanto a los municipios, los datos guardan la misma concordancia, a excepción de lo registrado en los enclaves regionales. Las densidades más altas aparecen en los municipios de Sibundoy (Putumayo), Colón (Putumayo), Florencia (Caquetá), Pasto (Nariño) y San Miguel (Putumayo) en los que, respectivamente, se tienen densidades de población total de 207,3, 67,1, 62,8, 62,1 y 60,5 hab/km<sup>2</sup>. En este grupo se observan municipios con una gran dinámica de desarrollo, como Florencia y Pasto, y algunos otros que teniendo características muy particulares (centros de producción agrícola, remansos de tranquilidad) han logrado atraer grupos poblacionales importantes en áreas relativamente pequeñas, como ocurre en el departamento de Putumayo.

Desde el punto de vista territorial y poblacional, la Amazonía es una región de una gran diversidad humana, social y cultural. Los grupos sociales allí presentes, colonos, negros, campesinos, indígenas, caboclos, habitantes urbanos, cada vez intensifican y articulan mayores redes sociales y culturales, lo cual los expone a los procesos envolventes de la modernidad, la globalización, la internacionalización de aspectos sociales, económicos y culturales; configurándose como una sociedad cada vez más compleja y necesitada de modelos de desarrollo que concilien sus diversos intereses y necesidades, con la oferta y la capacidad de sus múltiples y variados ecosistemas.

#### • **Concentración de la población urbana en las entidades territoriales de la región**

La concentración se puede establecer a través de índices que miden la población que vive en las áreas urbanas, respecto del total de población de la unidad de referencia, ya sea un municipio, un departamento o una región. Desde el año 1973 se comienza a manifestar una tendencia concentradora de población en las áreas urbanas destacándose Florencia, Puerto Asís, San Vicente del Caguán, San José del Fragua.

Esta concentración de la población en las cabeceras, analizada en la escala municipal de acuerdo con el valor del índice de urbanización obtenido, deja notar que en 1973 el municipio de mayor población urbana con relación a la región, era San José del Fragua. Esta cabecera fue disminuyendo su índice, como se evidenció para el año 2009. Florencia se ubicaba a continuación de San José del Fragua, en 1973, y desde entonces ha mantenido los mayores índices de urbanización, superando incluso el proceso en la escala regional. Leticia mantenía un ritmo creciente hasta 1993, según los datos para 2005 y 2009 con la característica adicional de un crecimiento rural que se ha tornado muy significativo. Puerto Asís muestra valores altos en 1973, cae en 1985 y desde 1993 mantiene un ritmo creciente. Valle del Guamuez presentó uno de los valores más altos en 1973 y en 1993 el valor desciende abruptamente, volviendo a crecer lentamente en 2005 y 2009.

Mocoa presentaba valores de urbanización bajos en 1973 y 1985, pero a partir de 1993 y hasta 2009 su población es predominantemente urbana, fenómeno explicado por ser centro receptor de población desplazada. San José del Guaviare tuvo en 1973 un índice muy bajo, en 1985 mejoró su índice, pero descendió como toda la región en 1993, luego en 2005 vertiginosamente creció y en 2009 se mantiene esta tendencia de crecimiento, lo mismo que San Vicente del Caguán que aumenta su índice consistentemente hasta el año 2009.

Los demás municipios han mantenido índices relativamente bajos: San Juan de Arama, Orito, Mitú, Puerto Concordia, El Paujil, Puerto Rico (Caquetá), Villagarzón, El Retorno, Belén de los Andaquíes y Cartagena del Chairá; y muy bajos: San Francisco, Calamar, Colón, Vistahermosa, Mesetas, Puerto Rico (Meta). Solita, Cumaribo, Puerto Caicedo, Santiago, Valparaíso, Morelia, San Miguel, Albania, La Montañita, Miraflores, Puerto Guzmán, Puerto Nariño, La Macarena, Santa Rosa, Milán, Mapiripán, Carurú, Solano, Piamonte y Taraira.

Ahora bien, estas características tienen múltiples elementos explicativos. Las fuerzas sociales que se expresan en el espacio amazónico tienen diversas orientaciones, intereses, motivos y expresiones territoriales. Los pioneros dieron un uso campesino al espacio, su interés y motivación inicial fue crear fincas para su realización personal y familiar, luego, constituir la vereda y más tarde centros de concurrencia para mercader, negociar excedentes y estrechar relaciones de compadrazgo y parentesco; sin embargo, se enfrentaron a un medio ecológico muy diferente al que conocían de siempre, el mercado y las relaciones sociales tradicionales no fueron consistentes al confrontar a los diferentes actores que propusieron otros códigos sociales, y otros actores de raigambre urbana.

Por su parte, los indígenas, históricos ocupantes de la región, fueron progresivamente desplazados a medida que se corre la cerca del colono pionero, la finca del campesino o porque el Estado traza una línea que considera necesaria para dar un ordenamiento que privilegia la protección y preservación



de áreas ambientales valiosas, la seguridad de grupos étnicos o la reserva de territorios con fines paisajísticos, científicos, entre otros.

Nuevos actores como los trabajadores itinerantes del cultivo de la coca, empresarios asociados a los diversos tráficos como los precursores químicos, armas, dinero, nuevos hacendados surgidos en la región o inmigrantes a ella, entre otros, construyen también nuevos espacios, no solo físicos, sino de relaciones sociales, simbólicas y de sentido. Así surgieron las pequeñas y medianas urbes y algunas ciudades, a las cuales arriban grupos de personas con valores, ideas y creencias que señalan modos de comportarse, de expresarse y de sentir el mundo, con nuevas pautas, creencias y comportamientos y que se expanden, difunden y crean nuevos modos de vida. Así mismo Funcionarios públicos, agentes estatales y civiles, representantes de ONG, investigadores, y otros, dejan su impronta en esta sociedad en formación.

De igual forma, se ha producido una paulatina especialización funcional en los asentamientos, a los centros poblados de campesinos; las bonanzas los consolidaron, y posteriormente, obtuvieron una nueva dimensión política y administrativa al momento de ser elevados a la categoría de cabeceras municipales, como se evidencia en el departamento de Caquetá, cuando en 1986 ocho centros tomaron la nueva categoría. Otros viejos asentamientos han logrado características urbanas: capital departamental, población numerosa, oferta de servicios urbanos como los bancarios, el transporte público, telecomunicaciones avanzadas; con el desarrollo de funciones económicas diversificadas, cuyas sociedades paulatinamente incorporan valores urbanos tales como el consumo cotidiano y suntuario en centros comerciales, supermercados; educación técnica y universitaria, vinculación a sistemas de protección social no estatal, fondos privados de pensiones, entre otras.

- **La urbanización, una consecuencia de la producción de cultivos ilícitos**

El empresariado organizado alrededor del cultivo de coca, procesamiento y comercialización

de la cocaína, integró verticalmente las diferentes fases del proceso que van desde la producción de hoja de coca, hasta la colocación de la cocaína en los mercados mayoristas, pasando por el procesamiento primario de la hoja para obtener la pasta básica, y la posterior cristalización o extracción del clorhidrato que, con economías de escala y sin intermediación alguna, exporta directamente en grandes cantidades hacia los países consumidores, contrario de lo que sucede con la heroína, que desde que sale de las manos de los productores de opio de países como Birmania, cambia de propietario unas 100 veces antes de llegar al consumidor final de los Estados Unidos (Brzezinski, 2002).

Dado que la magnitud del tráfico de cocaína se percibió tardíamente en Colombia y, porque durante sus primeros años este se abasteció de la hoja que importaba del Perú y de Bolivia, las superficies cultivadas con coca apenas empiezan a aparecer en las estadísticas a partir de los primeros años de la década del ochenta del siglo veinte. Las 4.000 ha que en 1981 se encontraban cultivadas con coca, en Colombia, equivalían a menos de una veinteaava parte de la superficie que los países andinos dedicaban a la producción de esa planta en ese año (Arcila y Salazar, 2007).

Hacia el año 1991 alrededor del 85% de los cultivos de coca se localizaban en Guaviare, Caquetá y Putumayo (Arcila, 1997), pero en la actualidad, no solo existen 23 departamentos productores de coca en Colombia, sino que por el efecto expansivo, se ha generado una especie de relevo de las áreas ocupadas por este cultivo. En efecto, exceptuando al departamento del Meta que tiende a tener una mayor participación en la superficie cultivada con coca en el país, los departamentos de la Amazonía, que antaño se identificaban como los mayores productores de pasta básica de cocaína, hoy tienden a tener una participación no tan significativa, pues las 20.000 ha que en la actualidad existen con coca en dichas divisiones territoriales, solo representan una cuarta parte de la superficie cocalera del país.

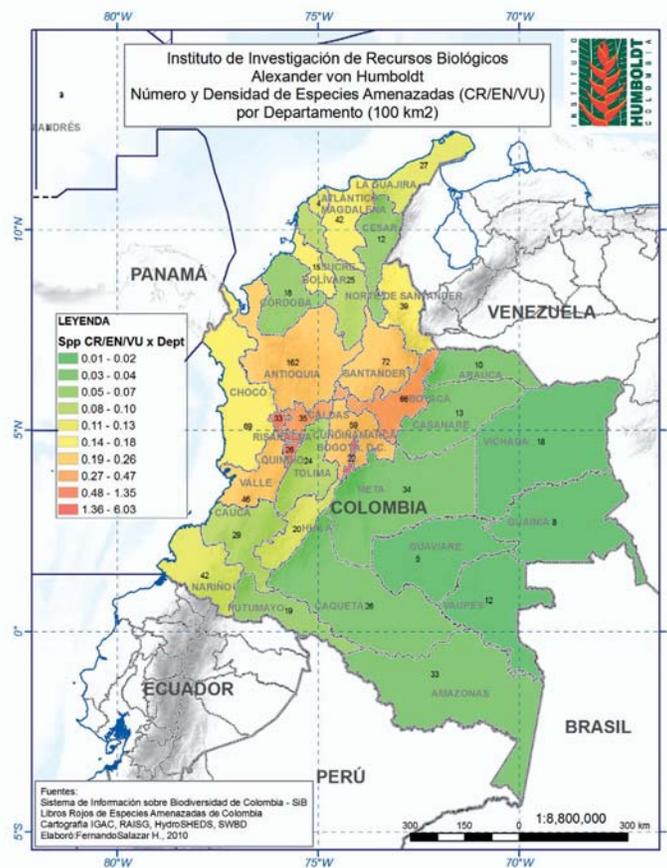
## 4.2 Especies amenazadas en Colombia - presiones sobre la biodiversidad

Un indicador de presión sobre la biodiversidad mundialmente aceptado es el de especies amenazadas. Las categorías y criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) son la base para la clasificación de especies de acuerdo a su grado y tipo de amenaza de extinción.

Esta es la versión que se ha utilizado en Colombia para la elaboración de los libros rojos de especies amenazadas. La metodología de evaluación tiene en cuenta cinco criterios básicos: a) rápida reducción en tamaño poblacional; b) areal pequeño, fragmentado, en disminución o fluctuante; c) población pequeña y en disminución; d) población o areal

muy pequeño, y e) análisis de viabilidad poblacional. Cada uno de estos criterios tiene tres umbrales que corresponden a categorías de amenaza: vulnerable (VU), en peligro (EN), en peligro crítico (CR)<sup>9</sup>. Las especies pertenecientes a estas categorías se utilizaron para el cálculo de indicadores agregados, así: CR 168 especies, EN 372 especies, y VU 577 especies; en total 1.117 especies (88,79%) de las 1.258 evaluadas en los 14 libros rojos analizados . A escala nacional tres (3) especies se reportan como extintas para Colombia, la Foca Monje del Caribe (*Monachus tropicalis*), el Zambullidor Cira (*Podiceps andinus*) y el Pez Graso o Pez Runcho del lago de Tota (*Rhizosomichthys totae*). Cerca de la mitad del total de especies evaluadas están representadas en los registros biológicos disponibles a través del Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SIB). En la siguiente figura se muestra la distribución departamental de las especies amenazadas a partir de los registros de presencia de especies.

**Figura 4.25** Distribución departamental de las especies amenazadas





En la Figura 4.25 se observa el número de especies amenazadas por departamento, con base en la información disponible a través del SIB. Los departamentos con mayor número de especies amenazadas: por área, son, Risaralda, Quindío, Caldas y Boyacá. Por otro lado, los departamentos con la menor densidad de especies amenazadas se encuentran en las regiones de la Orinoquía y la Amazonía.

En cuanto al número de especies amenazadas, los departamentos con mayor número de especies registradas son: Antioquia (162), Santander (72), Chocó (69), Boyacá y Cundinamarca (59). En tanto que aquellos con menor número de especies registradas son: Atlántico (4), Guaviare (5), Guainía (8) y Arauca (10) ✓.

#### 4.2.1 Chocó biogeográfico - especies amenazadas

##### Vocación forestal y especies amenazadas en el Chocó biogeográfico.

La localización estratégica del Chocó biogeográfico, influye en aspectos como su biodiversidad y suelos con alto grado de vocación forestal; situación que tradicionalmente fue aprovechada por los nativos en actividades de bajo impacto como la construcción de vivienda, el uso dendroenergético, entre otros. En la última centuria la explotación maderera, tras el ingreso de grandes compañías, se constituyó en una fuente importante de ingresos y mano de obra para la población local. Sin embargo, cuando las actividades productivas se realizan sin criterios técnicos adecuados a la conservación y protección del medio natural, se genera afectación sobre ecosistemas estratégicos, que pueden comprometer a mediano y largo plazo la oferta ambiental de la zona y por ende la calidad de vida de la población en general.

Se hace absolutamente necesario el conocimiento profundo de la situación actual de los recursos naturales a someter a procesos de manejo sostenible, con el ánimo de promover la toma de decisiones soportadas en las condiciones reales de la oferta natural, ya que es urgente la toma de medidas por parte de

las autoridades competentes, que frenen el deterioro de la base genética de la región y se garantice la perpetuación de especies y ecosistemas de gran interés para la población.

##### • Especies forestales amenazadas por municipio

Trabajos recientes del Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP) en alianza con Resguardos Indígenas y Consejos Comunitarios de la región, y con algunas autoridades ambientales como la Corporación Autónoma para el Desarrollo Sostenible del Chocó, han detectado y registrado la presencia de 12 especies forestales amenazadas en el territorio del Chocó biogeográfico ✓, este trabajo se ha realizado basado en un análisis cuantitativo realizado en dos etapas (Tabla 4.8).

En el Chocó biogeográfico se registra la presencia de varias especies forestales con diferentes grados de amenaza. Especies como Jigua negro, Guayaquil, Abarco, Pino amarillo, Guayacán amarillo, Nispero, Chanó, Guayacán negro, Carrá, Choibá, Cedro, Caoba, Roble, Chachajo, Algarrobo, Incibe y Trúntago, entre otras, representan una gran riqueza en materia de biodiversidad.

Durante el desarrollo de la etapa inicial en la primera investigación sobre el tema de especies forestales amenazadas se tomaron en cuenta cinco especies (Tabla 4.8):

**Tabla 4.8 Presencia de las 5 especies forestales amenazadas por municipio (primera etapa de estudio)**

Especie	Istmina	Juradó	Riosucio	Río Quito	Carmen del Darién
Jigua negro	X	X	X	X	X
Abarco		X	X	X	X
Pino amarillo		X	X		X
Guayacán amarillo	X	X		X	
Guayaquil		X	X		

Fuente: IIAP.

La tabla 4.9 muestra el listado de especies que en el desarrollo de la segunda etapa del proyecto se agregaron al estudio en cada uno de los municipios o consejos comunitarios de comunidades negras y resguardos indígenas, los cuales se tuvieron en cuenta para el registro de árboles.

**Tabla 4.9 Presencia de las especies forestales amenazadas adicionales (segunda etapa del estudio)**

Especie	Istmina	Jura-dó	Riosu-cio	Río Quito	Carmen del Darién
Níspero	X				
Chanó	X	X		X	
Carrá			X		X
Choibá			X		X
Cedro		X			
Caoba		X			
Roble		X			
Guayacán negro	X				
Chachajo				X	
Trúntago				X	
Incibe				X	
Algarrobo				X	

Fuente: IIAP.

Los resultados muestran con absoluta contundencia que en el departamento del Chocó, al menos en los sitios de muestreo que se utilizaron durante el desarrollo del presente estudio, no existen condi-

ciones para concluir sobre el agotamiento o escasez de la especie forestal Jigua negro; sus existencias son altas en prácticamente todas las zonas donde se adelantaron labores de campo, por lo que se recomienda llevar a cabo programas de uso sostenible de esta especie, promoviéndola como especie sustituta de otras que por el contrario muestran claros signos de agotamiento. Sin embargo, se advierten problemas de promoción de los individuos hacia etapas de crecimiento más adultas, razón por la que se requiere previamente un estudio orientado al manejo de la regeneración natural de la especie.

Las especies Pino Amarillo, Guayaquil, Guayacán Amarillo, Chachajo, Caoba, Choibá, Roble, Carrá y Algarrobo, muestran signos inequívocos de agotamiento, los escasos ejemplares que se encuentran en el departamento están en las clases diamétricas superiores y son restringidas a ciertos lugares; tal situación impone la necesidad de una veda inmediata de largo plazo que impida el aprovechamiento de estas especies, pero que al mismo tiempo se acompañe de un programa de repoblamiento que haga más notorio y rápido el enriquecimiento del bosque natural con estas especies.

La Figura 4.26 muestra ejemplares de las especies forestales nativas amenazadas Abarco y Pino amarillo.

**Figura 4.26 Abarco y Pino amarillo**



Fotografías: IIAP



Las especies Níspero, Trúntago, Incibe, Abarco, Chanó, Guayacán Negro y Cedro, cuyas existencias son algo mayores que las registradas para las especies anteriores, y su distribución por categorías diamétricas es más regular, también muestran tendencias hacia la escasez, tal situación sugiere la declaratoria de una veda temporal de mediano plazo sobre su aprovechamiento, al tiempo que se promueven programas de manejo orientados a garantizar la permanencia de estas especies.

Las tendencias generales propuestas para el manejo de las especies forestales amenazadas en el departamento del Chocó, pueden presentar cambios cuando se haga una mirada particular por cada uno de los municipios e inclusive sitios de muestreo, en razón a que la tendencia particular de algunas especies puede cambiar por municipio, conforme lo han mostrado los datos que se levantaron en campo y que son los que permiten llegar a estas conclusiones.

Para el caso particular de Río Quito, las existencias y distribución por clases diamétricas del Chanó es preocupante, porque sus evidencias de agotamiento se visualizan con claridad, y por tanto, aunque para esta especie se ha hecho una recomendación general para el departamento, mirando la especificidad de Río Quito, el tratamiento también debe ser particular, la prohibición inmediata por un largo plazo del aprovechamiento del Chanó en Río Quito y la implementación de programas de repoblamiento son perentorios, así la recomendación general tenga aspectos que la hagan distinta. De igual manera deben mirarse otros casos.

Una situación contraria se presenta en los municipios de Riosucio y Juradó con el Abarco, especie para la cual se ha recomendado en términos generales una veda de mediano plazo y la implementación de programas de manejo, en esta municipalidad los datos reportados para la especie suponen un tratamiento más flexible, todo aquí parece indicar que en Riosucio y Juradó pueden promoverse programas de uso sostenible que otorguen posibilidades de aprovechamiento de la especie con cupos limitados y con un sistema de monitoreo y vigilancia que impida el exceso de los extractores de madera.

A los resultados de abundancia, representados en las especies con mayor presencia en fustal, se les debe prestar una superior atención, por su unicidad reportada en el área muestreada y su distribución restringida. Pero el mantenimiento de la capacidad de adaptación de las especies por la presión de selección implica obligatoriamente una conservación *in situ* que presupone una gestión dinámica de los mosaicos del paisaje forestal, que deban integrar las eventuales operaciones de silvicultura tendientes al manejo de las especies.

Los resultados que particularmente se obtuvieron en los municipios deben despertar el interés de las administraciones locales para promover la permanencia de algunas especies que presentan evidentes signos de escasez, las cuales aún cuando no fueron intencionalmente buscadas en todos los sitios de muestreo, anuncian información preocupante en los sitios donde se muestrearon, son los casos del Algarrobo, del Trúntago y del Chachajo en Río Quito, del Carrá y del Choibá en Riosucio, del Roble y la Caoba en Juradó y del Chanó y el Guayacán negro en Istmina.

#### Usos diferenciados de especies vegetales y animales y su estado de conservación en el Chocó Biogeográfico

**Número de especies vegetales** asociadas a medicina tradicional y su estado de conservación en el Chocó biogeográfico, un indicador

**Usos:** Las plantas medicinales usadas en el conocimiento tradicional por las comunidades negras e indígenas del Chocó Biogeográfico son muchas, las cuales tienen diferentes niveles de socialización de acuerdo a la categoría de uso. El popular, conocido por la mayoría de la población, particularmente la mayor de edad; en este nivel se conocen plantas que regularmente son cultivadas en las azoteas y patios de las casas; el reservado a algunos servicios prestados por personas formadas para ello, (parteras, curanderos y otros), nivel en el que se conocen plantas con algún grado de privacidad, y el de los chamanes y tongueros que son personas que en lengua embera se denominan "daubara", o "el que ve más allá", en este nivel se tiene el conocimiento exclusivo de las plantas que regularmente se encuentran en el bosque y que solamente las identifican los iniciados, jaibanás o chinangos.

**Número de especies de fauna silvestre y de especies y variedades de flora nativas y naturalizadas** cultivadas en el Chocó biogeográfico para seguridad alimentaria, un indicador.

**Usos:** La cacería de subsistencia y el cultivo de especies alimenticias nativas y naturalizadas ha sido siempre un recurso importante en las zonas rurales donde la proteína animal y los carbohidratos han tenido su proveniencia de estas actividades. Comunidades indígenas y negras asentadas en el Chocó biogeográfico han desarrollado sistemas productivos basados en la caza y la recolección silvestre.

**Estado:** 56 especies se han identificado en el conocimiento popular con usos medicinales, las cuales también suelen tener otros usos. En listado de plantas medicinales identificadas entre otras: aguacate, ajo, guanábana, mejorana, guayaba, borjé, zaragoza, ruda castilla, chontaduro colorado, sauco, ají picante, ginseng, romero, pipilongo, tres dedos, capitana, bejuco carare, guauco blanco, cordoncillo, pringamoza, guaco, cuartillitos, polipodios, almizclillón, cordoncillo blanco, cedrón, canelón de telembí, caléndula, yantén, botoncillo, micay, siempre viva, eucalipto, casco de mula, anís estrellado, costeña, caña agria, árbol del pan, mal de hígado, riñonera, pinguasí, helecho, arrayana, madroño, balsamina, cola de caballo, zarzaparrilla, mandarina, vira vira, desvanecedora, desbaratadora blanca, calambombo y nacedero.

**Estado:** 6 especies de fauna silvestre aprovechadas y 23 variedades de arroz naturalizadas cultivadas en forma tradicional en el Chocó biogeográfico, las cuales se les denominan arroz nativos.

**Entre otros:** puercos de monte (*Tayassu tajacu* y *Tayassu pecari*), los osos perezosos (*Bradypus variegatus* y *Choloepus hoffmanni*), guagua (*Cuniculus pacca*) y el chigüiro (*Hydrochaeris istmius*).

#### 4.2.2 Captura de peces comerciales en la Amazonía

El Instituto SINCHI, a partir de 2002 ha generado información sobre el indicador Captura de peces comerciales por debajo de las tallas reglamentarias, de la captura de bagres comerciales en la Amazonía Colombiana. Los resultados y análisis que se presentan, corresponden al cálculo de este indicador para el período 2007–2008.

La pesca artesanal de bagres para la comercialización y consumo en la zona andina (Bogotá, Neiva, Cali, Medellín), se desarrolla a lo largo y ancho de la Amazonía Colombiana y ha permitido durante mucho tiempo recibir ingresos a la población ribereña para satisfacer las necesidades básicas, e igualmente, generar en los eslabones de comercialización primarios, empleo y renta a inversionistas locales y pobladores urbanos convirtiéndola en uno de los principales renglones económicos de la región.

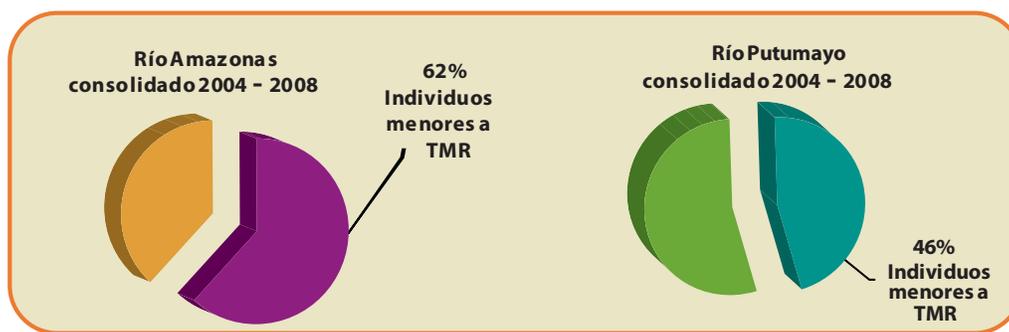
Dada la importancia que la pesca de bagres pime-lódidos representa en la región, el interés con este indicador es estimar la proporción de peces captu-

rados que presentan longitudes inferiores al Tamaño Mínimo de Captura (TMC) reglamentado por la legislación pesquera Colombiana. La reglamentación de la pesca basada en el concepto de tallas, se define con base en el Tamaño Medio de Madurez Sexual (TMM) de una especie; por lo tanto, este indicador permite cuantificar el riesgo generado por la pesca para permitir la renovación de un determinado recurso pesquero.

Esta actualización del indicador de captura de peces por debajo de tallas reglamentarias, muestra resultados para las cuencas de Putumayo y Amazonas, solamente a partir de los registros continuos que el Instituto SINCHI posee.

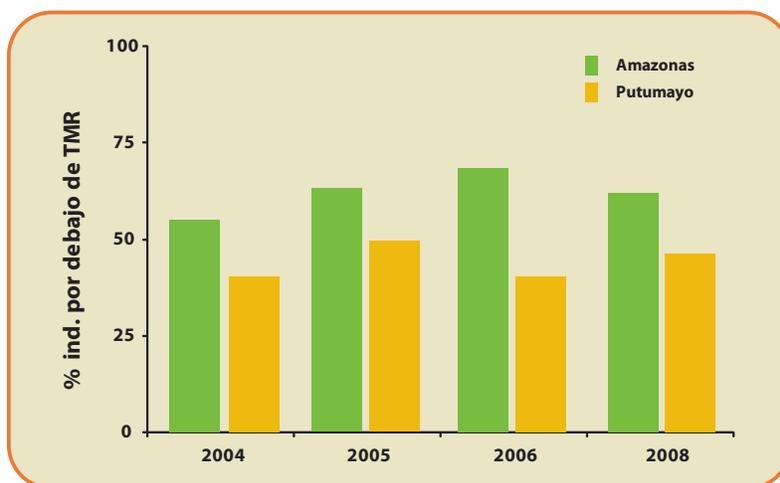
En términos generales, los resultados de esta actualización del indicador Tamaño Mínimo Reglamentario (TMR) muestran un fuerte impacto negativo de la pesca para el río Amazonas, que pasó de 33% en 2002 a 62% en 2008, lo que lo ubica en la categoría de alta afectación del recurso . Mientras que en la cuenca del Putumayo, los valores del TMR han pasado de 41% a 45%, cuyo promedio se vislumbra en la Figura 4.27.

**Figura 4.27** Porcentaje promedio de la extracción global de algunos bagres comerciales por debajo de talla reglamentaria en las cuencas de los ríos Amazonas y Putumayo para el período 2002–2008





**Figura 4.28** Evolución de los porcentajes anuales globales de la extracción de algunos bagres comerciales por debajo de talla reglamentaria, en las cuencas de los ríos Amazonas y Putumayo para el período 2004–2008



Cuando se analizan año por año los resultados, puede verse la tendencia a superar el 50% de la calificación negativa del indicador para el río Amazonas y las fluctuaciones que se presentan en el río Putumayo por debajo de ese 50% (Figura 4.28). Es importante recordar que la selectividad de las artes y su aplicación durante ciertos períodos hidrológicos tienen que ver con el tamaño de los individuos que se atrapan.

Se analizaron 8 especies de bagres en el río Amazonas y 5 para el Putumayo. En ambos casos, los pintadillos (*Pseudplatystoma spp.*), son las especies que contribuyen a incrementar las alarmas en el indicador TMR en la medida que son un recurso de alta comercialización, para el cual, no hay un respeto de la sociedad por las tallas de captura definidas.

Para el caso de los babosos, existió una ligera mejoría en ambas cuencas, como sucedió igualmente con el simí. Sin embargo, la pesca de barbachato incrementó el impacto negativo sobre la especie, al aumentar el número de individuos capturados por debajo de la talla reglamentaria.

Por lo tanto, la actualización del indicador sobre tallas y las estimaciones sobre las lentas tasas de crecimiento referidas para estas especies, permite concluir y reiterar que, sin desconocer la impor-

tancia socioeconómica de la pesca en la Amazonía, los procesos inmediatos de ordenación de la pesca deben propender por un ajuste consensuado de las tallas de captura permitidas, en conjunto con la precisión de las artes que pueden ser utilizadas en la pesca, que permitan derivar en una sentida disminución del negativo impacto que causan sobre los peces las actuales estrategias de captura implementadas en la región Amazónica Colombiana. Todo lo anterior, sin descontar la necesidad regional de un manejo macronacional que contemple áreas de manejo compartido entre países de la región.

### Plantas introducidas y con potencial invasor en Amazonía Colombiana

En la región Amazónica Colombiana existen alrededor de ciento sesenta (160) especies de plantas introducidas ✓ (Cárdenas et ál., en preparación), de las cuales noventa y seis (96) tienen antecedentes de invasión en al menos una de las siguientes bases de datos: I3N, GISD, ISSG, HEAR, HNIS y USDA (Cárdenas, J. Tesis de Grado). Estas noventa y seis (96) especies están agrupadas en cuarenta y nueve (49) familias y constituyen el listado de plantas introducidas en la región amazónica con antecedentes de invasión con el cual se implementó la herramienta de riesgo de establecimiento e invasión de I3N.

**Figura 4.29** Evidencia de invasión de Palma Africana (*Elaeis guineensis*)

Fotografía: SINCHI

Según Cárdenas, J., (Tesis de grado) de acuerdo a la implementación de la herramienta de I3N, existen en la región diecinueve (19) especies de plantas con nivel de Riesgo de Invasión Alto (RI > 5.01) (Tabla 4.10), siendo *Thunbergia alata*, *Pennisetum purpureum*, *Urochloa brizantha*, *Urochloa decumbens*, *Cynodon dactylon*, *Hyparrhenia rufa* y *Melinis minutiflora* las especies con mayor riesgo de invasión en la región amazónica.

**Tabla 4.10** Especies introducidas en la región Amazónica con Riesgo de Invasión Alto

Especie	Calificación de Riesgo de Invasión
<i>Thunbergia alata</i>	6.06
<i>Pennisetum purpureum</i>	6.06
<i>Urochloa brizantha</i>	6.06
<i>Urochloa decumbens</i>	6.06
<i>Cynodon dactylon</i>	6.06
<i>Hyparrhenia rufa</i>	6.06
<i>Melinis minutiflora</i>	6.06
<i>Elaeis guineensis</i>	5.82
<i>Hedychium coronarium</i>	5.82
<i>Imperata brasiliensis</i>	5.7
<i>Urochloa máxima</i>	5.7
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	5.7
<i>Psidium guajava</i>	5.64
<i>Eucalyptus globulus</i>	5.45
<i>Pinus caribaea</i>	5.45
<i>Tecoma Stans</i>	5.31
<i>Spathodea campanulata</i>	5.19
<i>Ricinus communis</i>	5.15
<i>Leucaena leucocephala</i>	5.03

Fuente: SINCHI.

Las especies con Riesgo de Invasión Alto (RI Alto) están agrupadas dentro de nueve familias siendo Poaceae (pastos o gramíneas) la más representativa con nueve especies, seguida de *Bignoniaceae* y *Myrtaceae* con dos especies y *Acanthaceae*, *Arecaeae*, *Euphorbiaceae*, *Mimosaceae*, *Pinaceae* y *Zingiberaceae* con una especie cada una. Del total de diecinueve especies con Riesgo de Invasión Alto, dieciocho tienen un nivel de incertidumbre de 0%, la especie restante (*Thunbergia alata*) registró 3.45% de incertidumbre.

De acuerdo a la herramienta de riesgo de establecimiento e invasión de I3N, los impactos potenciales de las especies con nivel de Riesgo de Invasión Alto son, según el orden de importancia, el aumento en la frecuencia y/o intensidad de los incendios, impacto potencial alto o moderado en la economía de la región, la inhibición del crecimiento de especies deseadas por el aumento en la presencia de compuestos alelopáticos, cambios significativos en la estructura del hábitat y/o en la forma de vida dominante, el aumento en la presencia de hospedadores de patógenos o parásitos conocidos y el aumento de elementos tóxicos para la fauna silvestre.

Por otra parte, existen treinta y nueve especies con Riesgo de Invasión Moderado (RI Moderado) siendo *Mirabilis jalapa*, *Syzygium cumini*, *Artemisia absinthium* y *Citrus limon* las especies que registraron mayor nivel de riesgo en este grupo con un valor



de 4.0, seguidas de *Sambucus nigra* con 3.94 y *Cestrum nocturnum* con 3.88; donde las especies que registraron el mayor nivel de incertidumbre fueron *Syzygium cumini* y *Mirabilis jalapa* con un valor de 6.9%, otras veinte especies tienen un nivel de incertidumbre de 3.45%, y las diecisiete especies restantes tienen un nivel de incertidumbre de 0%. Las especies del grupo de Riesgo Moderado están agrupadas dentro de veinticinco familias donde las más representativas son *Asteraceae*, *Balsaminaceae*, *Cucurbitaceae* y *Myrtaceae* con tres cada una, seguidas de *Lamiaceae*, *Meliaceae*, *Mimosaceae*, *Plantaginaceae*, *Poaceae* y *Rutaceae* con dos especies cada una.

A su vez, se encontraron 31 especies con nivel de Riesgo de Invasión Bajo (RI Bajo), siendo *Apium graveolens* la especie con mayor nivel de riesgo en este grupo con un valor de 2.97; seguida de *Viola odorata* con 2.94, *Tibouchina urvilleana* con 2.9 y *Adenantha pavonina* y *Albizia lebeck* con 2.88 cada una. Dentro del grupo de Riesgo de Invasión Bajo *Tibouchina urvilleana*, *Cassia fistula*, *Chenopodium ambrosioides*, *Ixora coccinea*, *Gmelina arborea*, *Papaver somniferum*, *Lagerstroemia indica*, *Lagerstroemia speciosa* son las especies con mayor nivel de incertidumbre 6.9%; otras doce especies registraron un nivel de incertidumbre de 3.45% y las once especies restantes un 0%.

### 4.2.3 Especies invasoras marinas

La introducción de especies marinas en ambientes naturales, ha sido identificada como la segunda amenaza más grande a la biodiversidad, después de la destrucción de hábitats, ya que produce efectos dramáticos sobre la productividad biológica, estructura del hábitat y composición de especies. Debido al constante aumento de las actividades humanas, el tráfico marítimo, aéreo y terrestre, ha aumentado la vulnerabilidad del país a las invasiones biológicas<sup>10</sup>.

En las 16 especies identificadas hasta la fecha se encuentran el alga *Kappaphycus alvarezii*, los corales *Carijoa riisei* y *Tubastraea coccinea*, el poliqueto *Alitta succinea*, los bivalvos *Electroma sp.*, *Corbicula fluminea*, *Perna perna* y *Perna viridis*, los crustáceos *Balanus amphitrite*, *Penaeus monodon*, *Charybdis hellerii* y *Rhithropanopeus harrisi* y los peces *Oreochromis niloticus*, *Trichogaster pectoralis*, *Omobranchus punctatus* y *Pterois volitans* ✓. En esta revisión se destacan tres estudios de casos sobre *Kappaphycus alvarezii*, *Oreochromis niloticus* y *Alitta succinea*, ya que de estas especies es conocida información histórica y de alta confiabilidad, mientras que para las otras especies las implicaciones de su presencia e impactos son pobremente conocidas. Así mismo, esta revisión aborda otras temáticas como la pro-

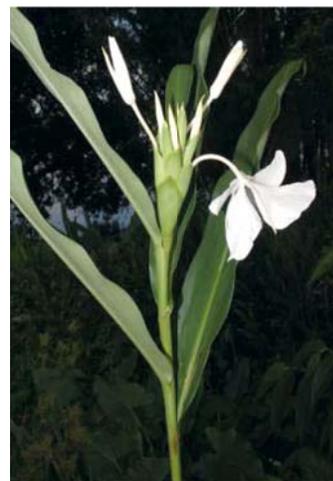
**Figura 4.30** *Thunbergia alata*



*Eichhornia crassipes*



*Hedychium coronarium*



Fotografía: SINCHI

**Figura 4.31** Pez león: *Pterois volitans*



Fotografía: Raúl Navas Camacho.

blemática que conlleva la introducción de especies exóticas y su impacto en la biodiversidad a escala mundial, los impactos socio-económicos de las especies no nativas en ambientes costeros, incorpora un análisis de los resultados de proyectos realizados en el marco de las aguas de lastre y finalmente ofrece un análisis de las competencias institucionales en materia de introducción, trasplante y repoblación con fauna y flora silvestres en Colombia. Se espera que para el primer semestre del 2010 el documento se encuentre publicado y a disposición del público interesado.

Desde finales de 2008 se evidenció la presencia en Colombia de *P. volitans*, especie nativa del Indopacífico considerada como invasora en el Atlántico occidental. El pez león es una especie que se adapta bien a las condiciones del ambiente, por lo que se ha dispersado por todo el Atlántico Norte y Centro; es altamente carnívoro y voraz, representando una amenaza seria para la biodiversidad local. Es un pez que normalmente se asocia a ecosistemas arrecifales de regiones tropicales y se presenta entre 2 y más de 150 m de profundidad.

Fue registrada por primera vez por la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (CORALINA) por buzos recreativos en la isla de Providencia y posteriormente en la Isla de San Andrés.

Desde dicha fecha se ha venido encontrando a lo largo de todo el Caribe continental colombiano alcanzando, desde 2009 a la fecha, el área del Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT), Isla Barú y Capurganá, entre otros.

Actualmente se han venido adelantando una serie de acciones con el fin de evaluar las implicaciones de su presencia y así mismo tomar medidas de control para la especie. INVEMAR por su parte ha asesorado sobre la especie y su problemática al Sistema Nacional de Parques Naturales Nacionales (SNPNN) y al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), quien se encuentra en proceso de emitir un comunicado sobre el estatus y manejo de la especie. Por su parte la Universidad Nacional de Colombia se encuentra desarrollando proyectos de investigación relacionados, principalmente con herramientas moleculares.

### 4.3 Uso sectorial de energía, suelo y agua

La perspectiva del ciclo de vida es esencial para hacer seguimiento del uso de los recursos naturales. Desde esta perspectiva se tratan de establecer los volúmenes de recursos explotados y consumidos y el uso del medio ambiente como receptor de cargas y residuos, entre otros aspectos.

Las profundas relaciones existentes entre el uso de los recursos y los impactos ambientales, empiezan a situarse en la categoría de sistémicas, ya que, por ejemplo, la generación de energía hídrica implica el uso y la afectación de recurso hídrico y del suelo, y el diseño de políticas ambientales debe abordar e involucrar estas relaciones y efectos.

#### 4.3.1 Uso de energía

El uso de energía en Colombia está asociado a la oferta interna y el consumo energético por sectores. La oferta interna está dada por la producción energética primaria<sup>11</sup> y secundaria<sup>12</sup> (UPME 2007) y



para el consumo los sectores se clasifican en industrial, de transporte, residencial, comercial y de servicios, agropecuario, de construcción, minero y otros. Cada uno de los sectores tiene comportamientos diferentes frente al consumo por fuente, por ejemplo, el sector transporte tiene una fuerte dependencia a los derivados del petróleo; el industrial se supl con derivados del petróleo, gas natural, leña, bagazo y residuos industriales, energía eléctrica y carbón; y el residencial especialmente en el área rural, tiene una fuerte tendencia al uso de leña, energía eléctrica (de fuente hídrica) y gas natural.

El comportamiento del consumo energético sectorial del país en un periodo de análisis comprendido entre 1990 y 2009 (UPME, 2011), fue de 1.287.767 TJ<sup>13</sup>  (Figura 4.32).

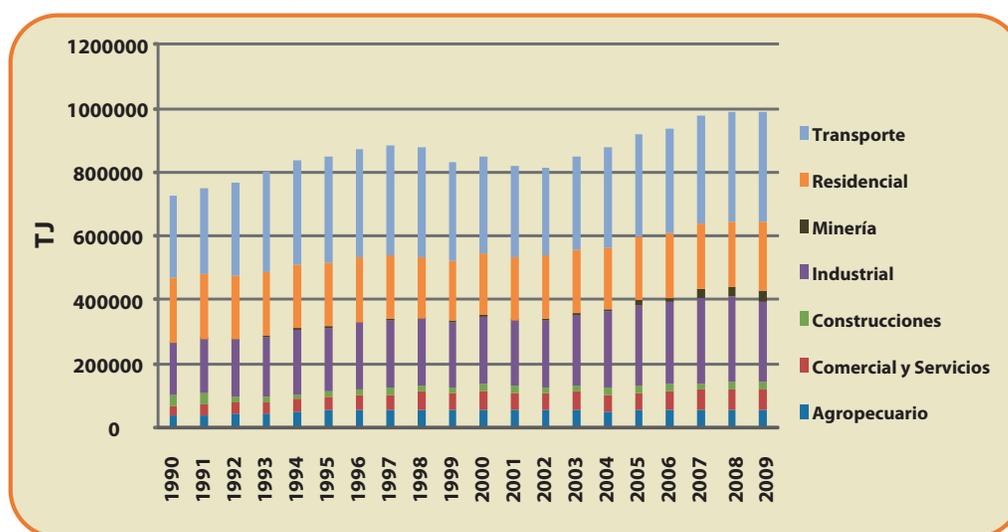
De dicho consumo se puede establecer que para este periodo la participación promedio de cada uno de los sectores en el consumo energético nacional fue del 37% para transporte, 25% para el sector industrial, 23% para el residencial y el 15% restante se dividió entre los sectores agropecuario con un 6%, comercial y servicios con otro 6%, construcciones con un 2%, minero con un 1% y otros sectores con el 0.14% . El sector minero incrementó su participación en el consumo energético del país, pasando del 0,35% en los 90 al 3,31% en el 2009.

Los principales consumidores energéticos sectoriales se comportaron de la siguiente manera. El sector transporte durante el año 2009 demandó 345.701,70 TJ de energía, dentro de los cuales 277.770,65 TJ fueron destinados al transporte carretero, representando a su vez el 80% del consumo energético de este sector. Entre tanto, el consumo por transporte aéreo alcanzó un valor de 35.413 TJ constituyendo un 10% del total, seguido en una pequeña diferencia por el transporte fluvial y marítimo, el cual demandó 30.818,7 TJ (8,9%). Finalmente, el transporte ferroviario, como ha sido la tendencia a través de los años, tuvo el menor consumo de este sector con 1.699,3 TJ que representan un 0,5% del consumo energético del año en mención.

En los procesos de transformación de materias primas en productos finales hay un consumo considerable de energía que a lo largo de los años representa el segundo o tercer consumo energético del país. Dentro del sector industrial sobresale el consumo energético por la producción de cemento, y alimentos, bebidas y tabaco, con un consumo promedio a lo largo de los años de 22% y 21% respectivamente.

En el sector residencial el consumo de leña ha presentado un decrecimiento a lo largo del periodo de análisis, presentando en este mismo periodo el con-

**Figura 4.32 Consumo energético sectorial**



sumo de gas natural con fines energéticos un crecimiento que puede explicar la sustitución de fuente en el área urbana, sin embargo el mayor consumo de leña sigue estando asociado al área rural del país.

### 4.3.2 Uso del suelo por actividades agrícolas y ganaderas

En relación a los usos del suelo y del territorio en Colombia son múltiples y cambian de manera continua. La incorporación de grandes áreas del territorio nacional a la producción agrícola y ganadera ha sido notable. Sin embargo, tales cambios no siempre se ajustan a las características biofísicas y a la vulnerabilidad implícita de los suelos (Ministerio de Agricultura, Restrepo, J., 2010).

Como referente, al final de la década de los noventa, de los 114, 17 millones de hectáreas que tiene Colombia, estaban destinadas a usos agrícolas 50,91 millones de hectáreas (44,6%) y el resto para usos no agrícolas. Según el Ministerio de Agricultura, para el año 2010, se usan solamente 4,9 millones de hectáreas en cultivos, 38,5 millones de hectáreas en actividades ganaderas y tan solo 350 mil hectáreas en otras actividades agrícolas. Para un total de 43,7 millones de hectáreas .

El problema que subyace en esta utilización de tierras es su vocación. La utilización de suelos no coincide con la aptitud de los mismos y de ahí que los impactos derivados de esta utilización sean imprevisibles y con consecuencias sobre una gran variedad de servicios ecosistémicos<sup>14</sup>. Según el Ministerio de agricultura, con base en cifras del IGAC, de las 38,5 millones de hectáreas que actualmente están destinadas a la ganadería, solo 19.3 millones tienen vocación ganadera .

Es decir, en algunos casos se subutiliza la capacidad productiva de los suelos y en otros se excede sus capacidades naturales y por lo tanto se degradan. Sus consecuencias (desertificación, degradación, etc.) se pueden observar en el capítulo 2 en los numerales correspondientes al estado del suelo y coberturas de la tierra en Colombia.

### 4.3.3 Uso y demanda de agua por sectores económicos

Es importante notar que el uso del agua no solo ocurre en el proceso de extracción del recurso para diferentes fines económicos o sociales, sino que también se le da un uso como receptor de contaminantes originadas en los procesos de producción. En la presente sección, con base en el ENA 2010 se presenta la presión sobre el recurso hídrico además de la afectación en términos de cargas contaminantes asociadas a los sectores industriales e igualmente la vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico en cabeceras municipales.

#### • Demanda hídrica

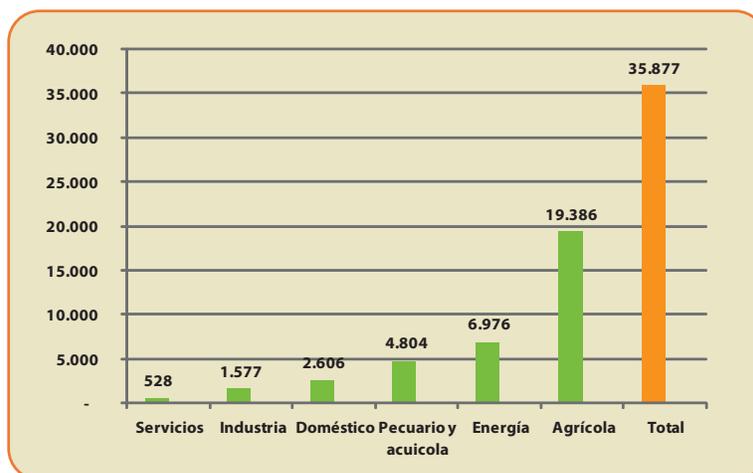
La demanda hídrica agregada al total nacional conforme a los sectores seleccionados: Servicios, industria, doméstico, pecuario y acuícola, energía y agrícola, con inclusión del agua extraída no consumida alcanza en 2008 un orden de magnitud de 35.877 Mm<sup>3</sup> .

Teniendo en cuenta la demanda reportada, cerca de la mitad de la demanda hídrica total es empleada en el sector agrícola como distritos de riego (54,03%). Aproximadamente una cuarta parte se emplea en el sector energético (19,44%). La otra cuarta parte se divide entre los sectores pecuario y acuícola (13,4%), doméstico (7,26%), industrial (4,40%) y de servicios (1,47%)  (Figura 4.33).

En el sector de servicios la demanda hídrica ascendió a 528 Mm<sup>3</sup> y se consideraron las actividades comerciales, oficiales y otros del sector. En el sector servicios, los indicadores muestran que el consumo de las aguas captadas corresponde al 32,9% de acuerdo con los reportes de volúmenes concesionados presentados por las distintas corporaciones ambientales del país. Las actividades comerciales presentan un consumo del 29,84% del total reportado, mientras que el sector oficial presenta un consumo del 17,61%. Es importante



**Figura 4.33** Demanda hídrica sectorial agregada 2008



Fuente: IDEAM; 2010b.

aclarar que el 19,13% del total reportado por el sector servicios corresponde a agua extraída no consumida, relacionada con pérdidas desde la captación, hasta la distribución.

En cuanto al sector industrial, la demanda hídrica ascendió a 1.577 Mm<sup>3</sup>. Respecto a este consumo, el reporte de la demanda de agua suplida por las Entidades de Servicios Públicos - ESP para abastecer este sector corresponde al 7,67% (121 Mm<sup>3</sup>); de este porcentaje se destaca que cerca del 28.9% del agua extraída corresponde a pérdidas en la cadena de suministro, el 19% se emplea en el sector de la construcción y el 52.73% es consumido por la industria. Respecto al consumo de agua asociado a los establecimientos de pequeña industria en unidades de vivienda se establece que corresponde al 7,45% del total consumido por este sector. Respecto al total de agua captada para abastecer la demanda hídrica de la gran industria, se estimó que corresponde al 84,46% del total consumido por el sector industrial.

El consumo total del sector doméstico ascendió a 2.606 Mm<sup>3</sup>. Respecto a este reporte, se establece que el 82% del agua suministrada es consumida en las cabeceras municipales y del 18% en el resto del territorio.

El sector pecuario y acuícola presenta un consumo que asciende a 4.804 mm<sup>3</sup>. Respecto a las demandas hídricas en este sector, se establece que la pisci-

cultura consume el 53.79%, mientras que el sector bovino consume el 33,68%, y los sectores porcícola y avícola consumen el 6% cada uno.

El consumo por el sector energético asciende a 6.976 Mm<sup>3</sup>; la producción de energía hidráulica demanda el uso del 90,47% del total de la demanda energética de este sector, y el 9,53% corresponde a la demanda del recurso en el enfriamiento de turbinas de centrales termoeléctricas.

En cuanto al sector agrícola el consumo de agua asciende a 19.386 Mm<sup>3</sup>. En cuanto a este reporte, se establece que el consumo neto en cultivos sin pérdidas es del 56,33% con respecto al total, en tanto que el volumen de agua extraída no consumida por los cultivos es del 43,67%, y finalmente el consumo referente a los usos del agua en labores y actividades de poscosecha, corresponden al 0,19% frente al total de agua utilizada en el sector.

• **Demanda de aguas subterráneas**

El sector agrícola es el que mayor uso hace del agua subterránea (75%), seguido del sector doméstico (9%) y el industrial (6%) ✓. El uso de agua subterránea más extendido en el sector agrícola se da en el Valle del Cauca, que consume el 58% del total

**Figura 4.34 Consumo de aguas subterráneas según áreas de jurisdicción de autoridades ambientales**

Fuente: IDEAM; 2010b.

consumido por el sector en todo el país. El uso en sectores pecuario y de servicios apenas alcanza el 6% en total (IDEAM, 2010b).

Los mayores consumidores de agua subterránea en el país son los usuarios de las áreas de jurisdicción de CVC, CAR, CORTOLIMA, CORPAMAG, CORPONOR, CORPOGUAJIRA, CARSUCRE, CORPOURABÁ y CORMACARENA (Figura 4.34). El consumo más alto, sin embargo, está concentrado en los departamentos del Valle del Cauca y Cundinamarca, más en el primero que en el segundo.

El 83% del consumo de aguas subterráneas está concentrado en las provincias de Cauca-Patía y de Cor-

dillera Oriental. Solamente en la provincia de Cauca-Patía está el 51% de consumo total nacional de aguas subterráneas por los diferentes sectores (Tabla 4.11).

#### • Índice de uso del agua y vulnerabilidad municipal

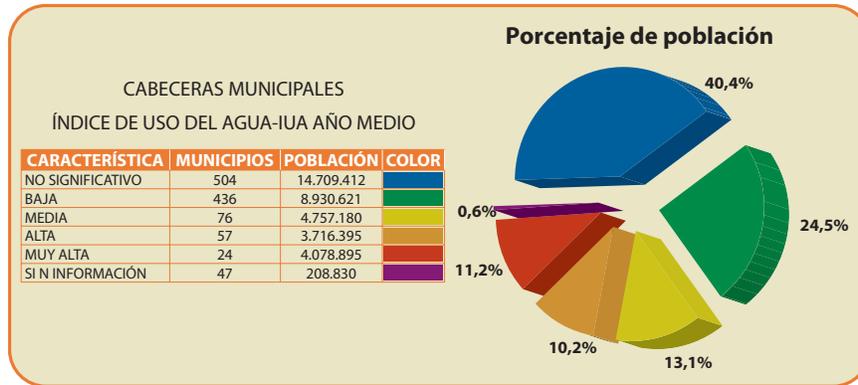
Las categorías media, alta y muy alta del Índice del Uso del Agua (IUA) superficial para la condición hidrológica de año medio corresponden a 157 municipios, con una población involucrada de 12'552.470, la cual representa el 35% de la población urbana del país (Figura 4.35).

**Tabla 4.11 Distribución del uso de aguas subterráneas por provincia hidrogeológica**

No.	Provincia	Uso Millones de m³/año	Porcentaje Nacional
1	Cauca - Patía	420	51%
2	Cordillera Oriental	266	32%
4	Sinú San Jacinto	27	3%
5	Guajira	22	3%
6	Urabá	21	3%
7	Valle Bajo del Magdalena	14	2%
9	Llanos Orientales	24	3%
11	Islas de San Andrés y Providencia	5	1%
12	Catatumbo	30	4%



**Figura 4.35 Índice de uso del agua en unidades hídricas fuente de abastecimiento de la población de cabeceras municipales, en condiciones hidrológicas medias.**



Fuente: IDEAM, 2010b.

Según el ENA 2010 “Esta relación de demanda de agua con respecto a la oferta disponible para condiciones secas muestra que la población afectada por posibles condiciones críticas alcanzaría a 15’805.408 de habitantes de 246 municipios , es decir, que en dicha condición se incrementaría la población afectada en un 8% con respecto a condiciones hidrológicas medias”.

como se ilustra en la Figura4.36. “En la isla de San Andrés, tanto el IUA como el índice de vulnerabilidad hídrica al desabastecimiento presentan condiciones de criticidad. Esta condición está relacionada con la dependencia de aguas subterráneas para suplir los diferentes usos. En Providencia, se presentan bajos valores de vulnerabilidad y condiciones favorables de relación de demanda con respecto a la oferta hídrica superficial”.

En el ENA 2010 se identifican los municipios que están dentro de las categorías media, alta y muy alta del índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico superficial para un año medio correspondiendo a un total de 483, con una población asociada cercana a 12.000.000 hab, tal

La vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico en categorías de medio a alto se extiende a 495 municipios en condiciones hidrológicas de años seco , para una población que supera los 16.000.000 hab.

**Figura 4.36 Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico en unidades hídricas fuente de abastecimiento de la población de cabeceras municipales- Condiciones hidrológicas de año medio**



Fuente: IDEAM, 2010b.

nueve de estos municipios son de alta vulnerabilidad afectando una población cercana a los 350.000 hab.

#### 4.3.4 Cargas de vertimientos al agua por sectores económicos

La carga orgánica biodegradable total DBO generada en Colombia durante el año 2008 por los sectores doméstico, industrial y cafetero se estimó en 819.235 toneladas, pero se vertieron a los sistemas hídricos 729.300 toneladas, que equivalen a 2.026 toneladas por día (✓), debido a que se removió el 11% de la carga a través de tratamiento de aguas residuales. (Figura 4.37).

El sector doméstico removió el 16 % de carga expresada como DBO y aportó 65% de la carga total de DBO mientras la industria removió el 53%<sup>15</sup>.

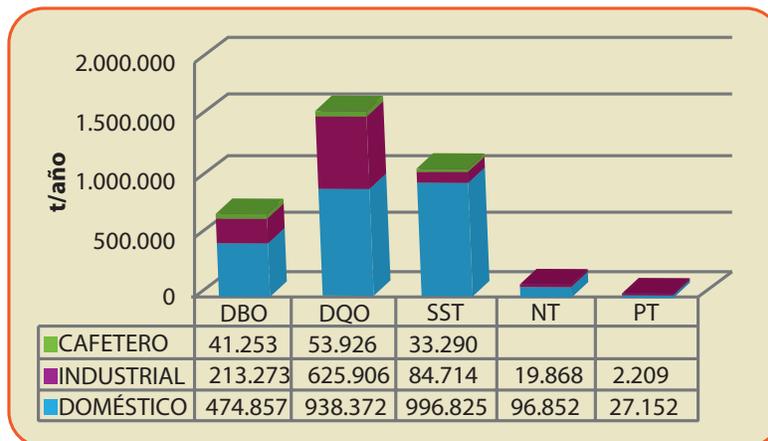
El 73% de la carga de DBO la aportan 56 municipios (✓), vertimientos que se concentran en los ríos aledaños a las 9 áreas metropolitanas del país. Entre los municipios con mayores aportes se encuentran Bogotá, Medellín, Cartagena, Cali, Barranquilla y Miranda (Cauca), Palmira, Bucaramanga, El Cerrito (Valle), Manizales, Itagüí, Cúcuta, Villavicencio, Bello e Ibagué.

La demanda química de oxígeno (DQO) vertida a los cuerpos de agua del país durante el 2008 se estimó en 1.618.200 toneladas, equivalentes a 4500 ton/día. La industria aporta 39%; el sector doméstico, el 58%; y el sector cafetero, un 3%. A escala municipal, los ajustes por remoción de carga doméstica representaron el 15% y la remoción de carga industrial el 47%. La diferencia entre la demanda química de oxígeno y la demanda biológica (DQO y DBO) permite identificar los mayores aportantes de sustancias químicas (inorgánicas y orgánicas no biodegradables).

El vertimiento de sólidos totales en suspensión se estimó en 1.114.700 toneladas/año (ton/año) ó 3.097 ton/día, de las cuales el 8% proviene de aporte industrial, 89% doméstico y 3% cafetero. El ajuste municipal doméstico después de remoción de carga resultó ser del 18% y el industrial 58%.

La carga vertida de nitrógeno total para el agregado país arrojó cerca de 117.000 toneladas/año o 325 ton/día, en las que la industria representa un 17% y el sector doméstico el 83%. El tratamiento doméstico promedio municipal estimado es de 2% y de la industria 1.5%. La carga de fósforo se estimó en 29.400 toneladas/año o 82 t/día

**Figura 4.37 Cargas (e) vertidas por los sectores a los sistemas hídricos en 2008**



Fuente: IDEAM 2010b.



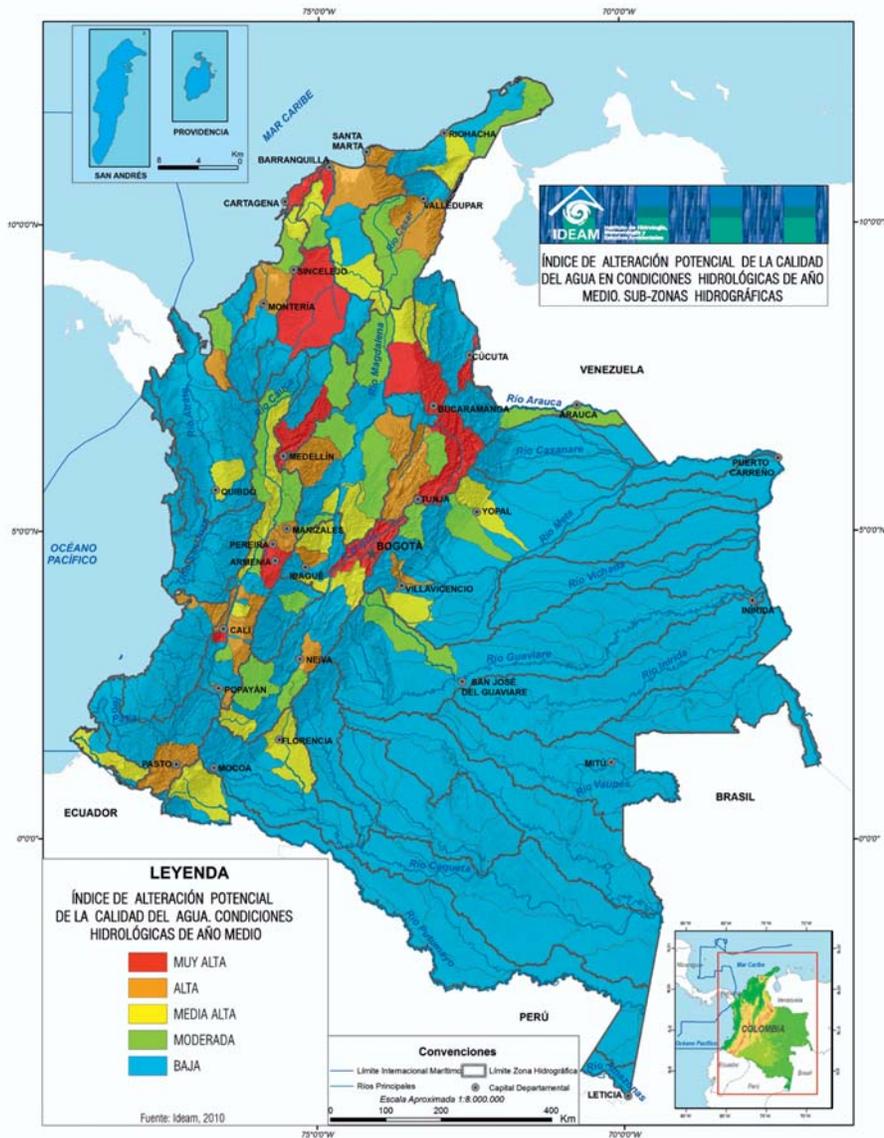
en el que la actividad industrial objeto de estudio aportó solo el 8%.

La presión agregada por cargas contaminantes se espacializó a escala de subzonas hidrográficas, de las cuales en la Figura 4.38, se puede observar que las subzonas con categoría de presión Muy Alta corresponden en su orden a los ríos: Bogotá, Porce, Pance, Lebrija, La Vieja, Pamplonita, Bajo San Jorge –La Mojana–, Palo, Guatiquía, Chinchiná, Chicamocha, Totaré, Tuluá y Amaime.

• **Mayores aportantes de cargas por actividad industrial**

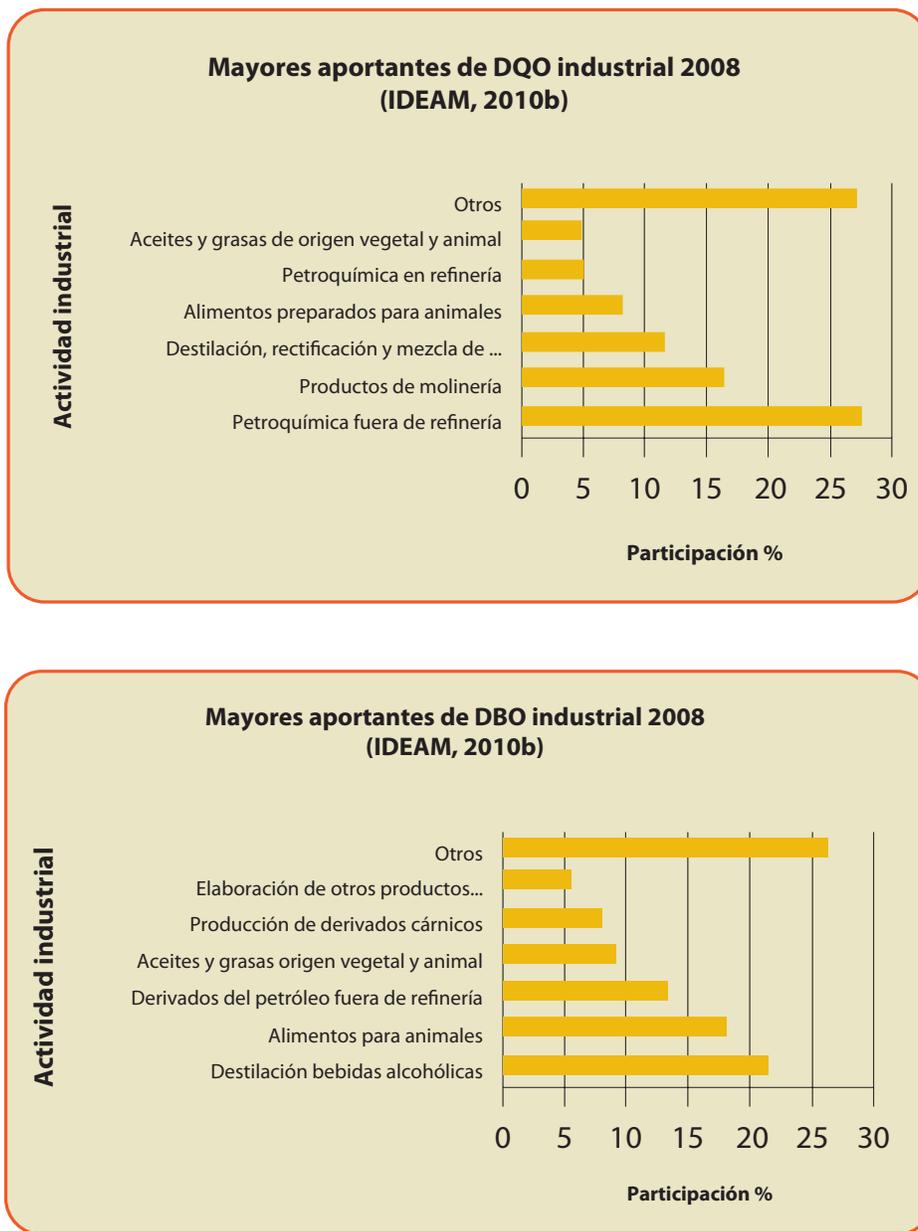
A partir de la muestra de 43 actividades industriales consultadas para 2008, de acuerdo a los volúmenes de producción en el país con base en la estimación por factores de vertimiento (IDEAM, 2010b), después del ajuste debido a la remoción a través de

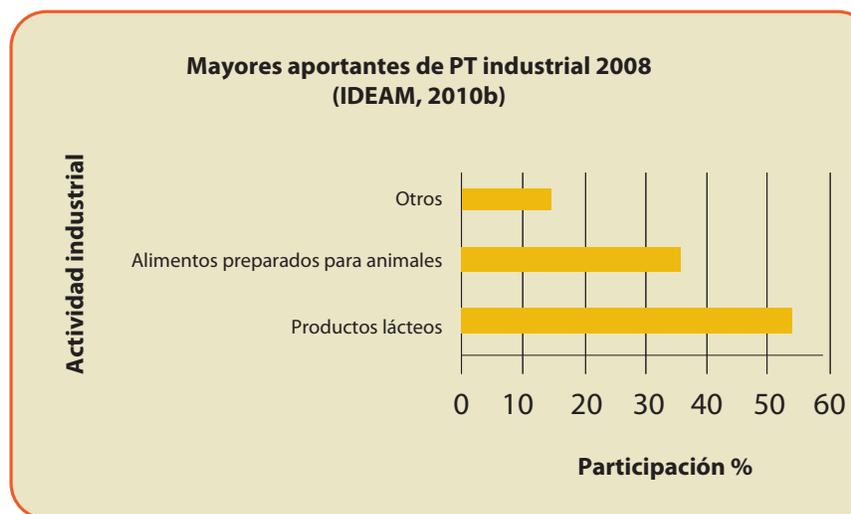
**Figura 4.38** Mapa Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL) en condiciones de año medio



Sistemas de Tratamiento de Agua Residual (STAR), se muestran en orden descendente por su participación los mayores aportantes de DBO, DQO, SST, NT y PT en la Figura 4.39. ✓

**Figura 4.39** Mayores aportantes de cargas contaminantes





## 4.4 Generación de residuos

El análisis de este factor de presión se divide en residuos ordinarios y los residuos o desechos peligrosos. Desde la perspectiva de ciclo de vida, hay que considerar los volúmenes de residuos que se generan y que podrían afectar al ambiente, por la culminación de su vida útil como bienes.

Colombia aún, cuenta con cantidades relativamente bajas de producción de residuos, si se la compara con los países industrializados. Los aportes más importantes aún están relacionados con residuos orgánicos a diferencia de lo que ocurre en los países industrializados cuyo aporte en este sentido es mucho más bajo. De igual manera esto ocurre con los aportes de los residuos peligrosos, cuyas cantidades generadas y composición de sustancias en Colombia son ostensiblemente menos importantes que en países con mayor desarrollo económico.

### • Residuos sólidos ordinarios

En Colombia, según datos de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), la generación de residuos sólidos ordinarios en 1098 municipios en el periodo 2006-2009 fluctuó entre los 8 y 9 millones de toneladas año. En la Tabla 4.12 se presentan los factores de estimación de la Producción Per Cápita (PPC) de residuos sólidos, según rangos de tamaño de población.

En los países de la Unión Europea (UE-27) la generación de residuos municipales por persona varía en un factor de 2.6 entre países, alcanzando la media, en el año 2008, de 524 kg por persona (SOER 2010).

**Tabla 4.12** Rango de factor de estimación según número de habitantes

Número de habitantes	Producción Per Cápita (kg/hab/día)
<= 50.000	0,50
> 50.001 y <=1.000.000	0,70
> 1.000.001	1,00

Con base en estos factores se estimó la generación de residuos sólidos ordinarios en Colombia, que se presenta en la Tabla 4.13. 

**Tabla 4.13** Generación de residuos sólidos ordinarios<sup>16</sup>

Año	Generación de residuos sólidos	
	Ton/año	Ton/día
2006	8.358.798	22.901
2007	8.751.537	23.977
2008	8.893.803	24.367
2009	8.915.561	24.426

### Mejoría en la disposición de residuos ordinarios

La disposición final de los residuos sólidos entre el 2007 y el 2009 de acuerdo a la información de la Superintendencia de Servicios Públicos (SSPD) mejoró, al disminuir la disposición en cuerpos de agua de 0,20% del total de los residuos sólidos en 2007 a 0,08% en 2009, en los botaderos a cielo abierto disminuyó de 17,80% a 5,69%, y el enterramiento y la quema de 0,80% a 0,75% para los mismos años; así mismo, lo indica el aumento en el aprovechamiento, pasando de 0,90% del total de los residuos sólidos en 2007 a 1,34% en 2009 y la disposición en rellenos sanitarios de 80,30% a 92,14% del total para los mismos años.

El manejo de residuos sólidos, en general, presenta un aumento aproximado del 3% para la cantidad total de toneladas mensuales recolectadas. La SSPD menciona un auge en las plantas de aprovechamiento con la utilización de técnicas como la reutilización, el reciclaje, el compostaje y la lombricultura, lo que ha permitido en el país que la cantidad de residuos sólidos ordinarios no aprovechados no aumente con la misma velocidad y se oriente el desarrollo hacia la sostenibilidad.

### 4.4.1 Residuos peligrosos

El desarrollo de las diferentes actividades humanas genera una serie de residuos de variada



naturaleza y en diferentes estados de la materia; algunos de estos residuos, debido a su composición química, física y/o biológica, provocan efectos adversos de diversa magnitud al hombre y al medio ambiente; tal es el caso de los residuos o desechos peligrosos.

Un residuo o desecho peligroso (RESPEL) es aquel residuo o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. Así mismo, se consideran RESPEL los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos<sup>17</sup>.

A continuación se presenta la información sobre la generación de RESPEL en el país durante el año 2009; con propósitos comparativos, se hace referencia también a la información de generación de RESPEL durante los años 2007 y 2008. Estas cifras fueron generadas con base en la información repor-

tada por los generadores de RESPEL en el Registro de Generadores, revisada y transmitida al IDEAM por parte de las Autoridades Ambientales a 30 de septiembre de 2010 (IDEAM, 2011). Cabe aclarar que las salidas de información aquí difundidas no incluyen la información sobre los RESPEL del Área Metropolitana del Valle de Aburra, CORPORINOQUÍA y CSB, ya que a la fecha mencionada no se había realizado la transmisión de la información al sistema de información ambiental por parte de estas entidades; a su vez, DAGMA, CORMACARENA y CORPOGUAVIO habían realizado la transmisión de menos del 25% de los registros reportados por los generadores en el área de su jurisdicción, es decir deben ser evaluadas con un análisis del contexto local, regional y/o nacional al que hacen referencia, para lograr una adecuada interpretación de las mismas y generar el conocimiento necesario que permita a los diferentes usuarios de esta información (p. ej. autoridades, academia, organismos de control, organizaciones no gubernamentales, sectores productivos, comunidad nacional e internacional en general), utilizar y difundir dicha información de manera adecuada.

#### Registro de generadores de RESPEL

La problemática de la generación y de la gestión de los RESPEL, se ha venido tratando a nivel mundial hace varias décadas; sin embargo, en Colombia las políticas estatales y normas reglamentarias sobre este tipo de residuos son mucho más recientes. A pesar de ser tan reciente esta normativa ambiental en Colombia, se han alcanzado logros significativos en la implementación de la Política Ambiental para la Gestión Integral de RESPEL, las cuales involucran desde la identificación de los residuos peligrosos y la clasificación de los generadores de los mismos, hasta la gestión ambientalmente adecuada de los residuos.

De acuerdo con la legislación nacional, un residuo o desecho peligroso es aquel residuo o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas, puede causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. Así mismo, se consideran residuo o desecho peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos

Anterior al año 2005, la normatividad en Colombia relacionada con los RESPEL no estaba consolidada ni articulada por una directriz nacional; se manejaban reglamentaciones regionales o específicas para algunos sectores, principalmente para el industrial y para el hospitalario. Posterior al año 2005 con la formulación de la Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos y del Decreto 4741 de 2005, se abrió un escenario que ha permitido avanzar a nivel nacional hacia una gestión más organizada de los RESPEL.

Hasta la entrada en vigencia en 2008 de la Resolución reglamentaria del Registro de Generadores de RESPEL, no se disponía en el país de una herramienta que permitiera capturar información de manera sistemática, normalizada y suministrada directamente del generador, sobre la generación y la gestión de los RESPEL. El país ha dado un gran paso al implementar el Registro de Generadores, cuyo diligenciamiento y administración se realizan vía Web de manera articulada entre los generadores, las autoridades ambientales regionales y urbanas del país y el IDEAM.

La información del año 2009 corresponde a un porcentaje promedio de transmisión de registros al SIA por parte de las autoridades ambientales del 77,7%; para el año 2008 el porcentaje es de 79,4% y para el año 2007 del 77,3%. En este sentido, las interpretaciones dadas a la información presentada en este documento, deben realizarse en el contexto de la información transmitida al SIA.

- Generación total de RESPEL en 2009 clasificada por corriente de residuo<sup>18</sup>

Los establecimientos generadores de este tipo de residuos reportaron a nivel nacional un total de 90.330,3 toneladas para el año 2009; en la figura 4.40 se aprecian las diez corrientes de RESPEL que en mayor cantidad fueron generadas por los establecimientos durante este año . Los tipos de residuos peligrosos con mayor generación asociados a las 90.330,3 toneladas, son los siguientes: Y9 + A4060 – mezclas y emulsiones de aceite y/o hidrocarburo y agua (28.7%); Y1 + A4020

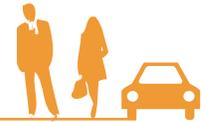
– residuos cónicos o similares (12,3%); Y8 + A3020 – aceites usados (7.9%); A1060 – líquidos de desechos de decapaje de metales (6.7%) y A1010 – desechos metálicos y desechos que contengan aleaciones de: Antimonio, Arsénico, Berilio, Cadmio, Plomo, Mercurio, Selenio, Telurio, Talio (5.6%). Las diez corrientes que aparecen graficadas constituyen el 78,2% de los RESPEL generados en el año 2009. El 21.8% de los RESPEL restantes, identificados como “Otros”, corresponden a la generación en menor proporción de los otros tipos de corrientes citados en el listado de corrientes de residuos, que se puede consultar en los Anexos I y II del Decreto 4741 de 2005 expedido por el MAVDT.

En Colombia para el año 2009 se reportó la generación de 90.330 toneladas de RESPEL.

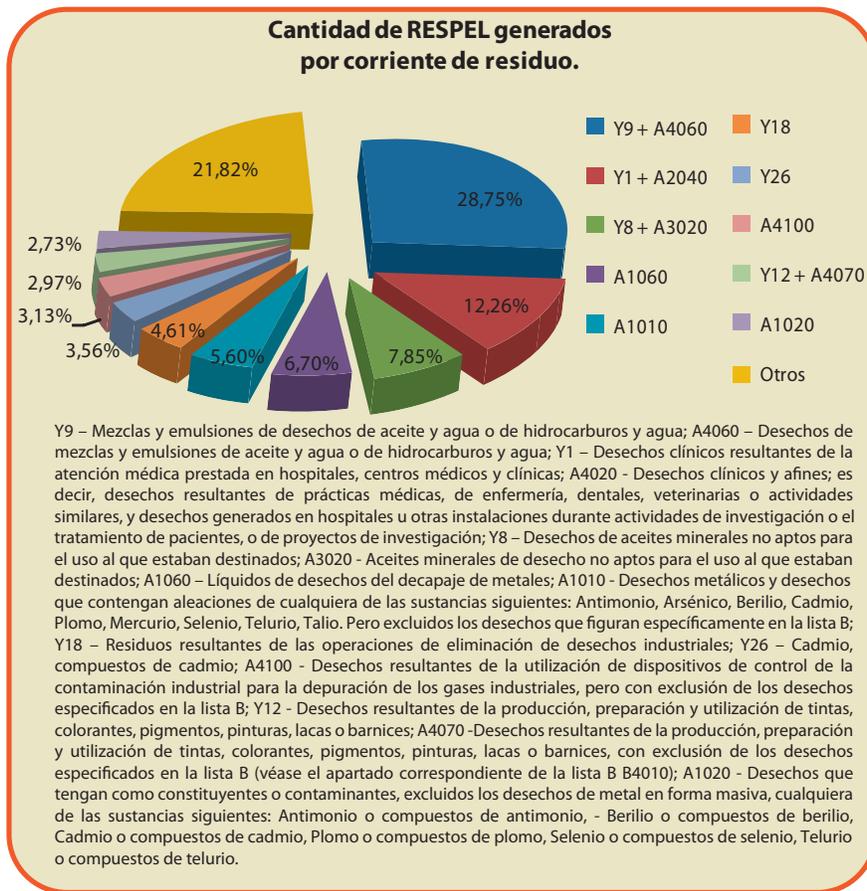
Para ese mismo año se generaron en Chile y México 226.978 y 1.690.000 toneladas de RESPEL respectivamente (IDEAM, 2011).



Fotografía: Héctor Raúl Pabón Méndez

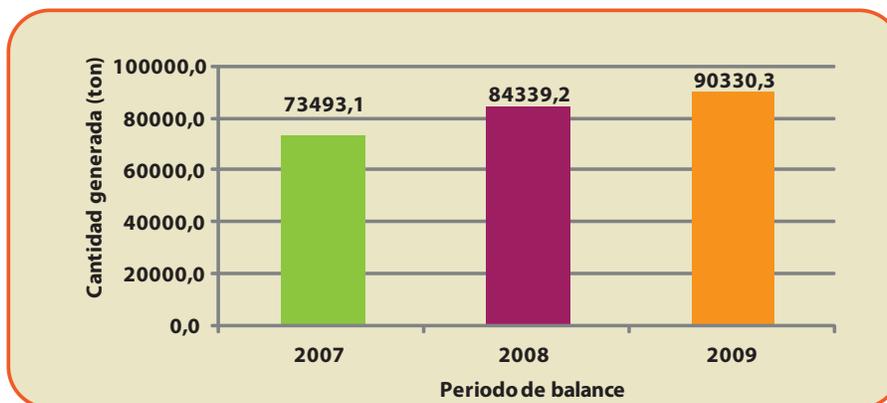


**Figura 4.40 Principales corrientes de RESPEL generadas durante 2009**



En la Figura 4.41 se muestran de manera comparativa las cantidades totales de RESPEL generadas en el territorio nacional durante los años 2007, 2008 y 2009. En esta gráfica<sup>19</sup> se evidencia un

**Figura 4.41 Cantidad de RESPEL generados durante 2007, 2008 y 2009**



aumento en el reporte de la generación de RESPEL del año 2007 al año 2009, lo cual se puede explicar tanto por el incremento en el número de establecimientos generadores de RESPEL que reportaron información a través del Registro como también por el incremento en la actividad económica del país en esos tres años. Comparando las corrientes de RESPEL más generadas durante los años 2007, 2008 y 2009, se obtienen los siguientes resultados (Figura 4.42).

Las corrientes de residuo Y9 + A4060 correspondientes a mezclas y emulsiones de aceite y/o hidrocarburo y agua aparecieron en los tres períodos de balance con cantidades representativas; en el año 2009 dichas corrientes aportan, como se mostró anteriormente, el 28,7% de la generación total de RESPEL reportada. De manera similar, las corrientes de residuo Y1+A4020 referentes a residuos clínicos y afines se encuentran entre las cinco corrientes de residuo con mayor generación reportados durante los años 2007, 2008 y 2009, con un porcentaje del 12,3% en 2009. En los dos últimos años de captura de información, esto es 2008 y 2009, aparecen en común cuatro de las cinco corrientes de residuos más generadas, lo que muestra que la información del Registro de Generadores de RESPEL está siendo actualizada por los generadores y que como se verá

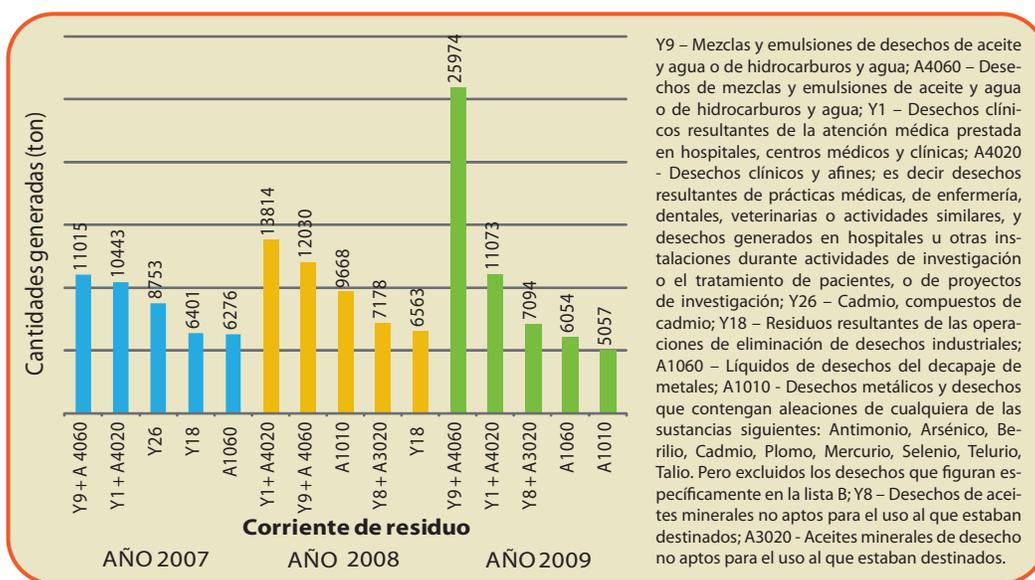
en el siguiente numeral, hay correlación entre los tipos de residuo generados y las actividades económicas adelantadas.

#### • Generación total de RESPEL en 2009 clasificada por actividad económica (CIUU)

Las actividades económicas desarrolladas en el país que aportaron en mayor medida a la generación de RESPEL durante el año 2009, según lo reportado, se ven representadas en la Figura 4.43. En esta gráfica se aprecia que las actividades económicas CIUU que más aportaron a la generación de RESPEL para el período de balance 2009 fueron: 6050 - transporte por tuberías (14.5%), 2710 - industrias básicas del hierro y el acero (13.8%), 8511 - actividades de las instituciones prestadoras de servicios de salud con internación (9,2%), 1010 - extracción y aglomeración de hulla (8,1%) y 2811 - fabricación de productos metálicos para uso estructural (6.5%).

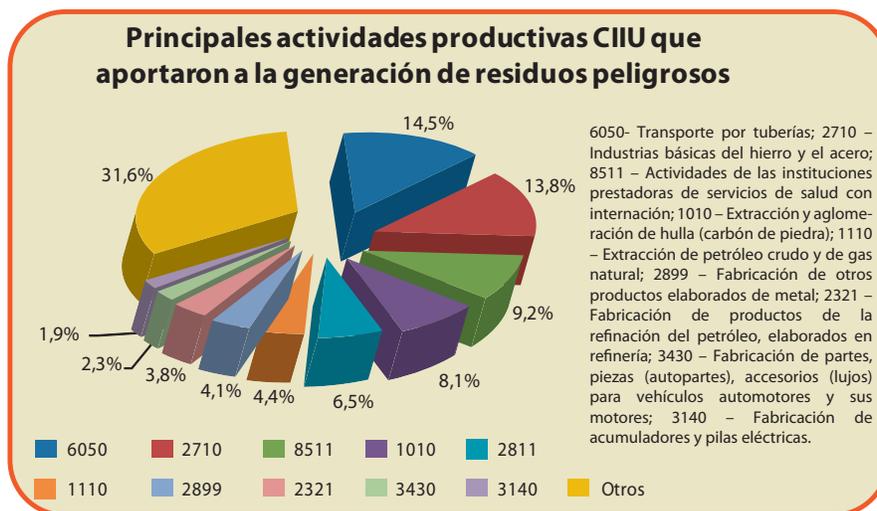
Las anteriores actividades económicas se encuentran acordes con los tipos de corrientes de residuos peligrosos de mayor reporte de generación. Así, las mezclas y emulsiones aceite y/o hidrocarburo y agua que son el principal residuo peligroso ge-

**Figura 4.42 Corrientes de residuo más generadas durante 2007, 2008 y 2009**





**Figura 4.43 Actividades económicas con mayor reporte de generación de RESPEL en 2009**



nerado por la actividad de transporte por tuberías, aparecen también para actividades tales como las industrias básicas de hierro y de acero y de la extracción y aglomeración de hulla; estos residuos peligrosos, al igual que los desechos de aceites usados, son residuos que recurrentemente aparecen reportados en diferentes CIU, dado que están asociados en muchos establecimientos con actividades de mantenimiento de maquinarias y de equipos. De otro lado, los residuos clínicos y afines son generados en prácticamente todas las instituciones prestadoras de servicios de salud, en mayor cantidad en aquellas de alta complejidad.

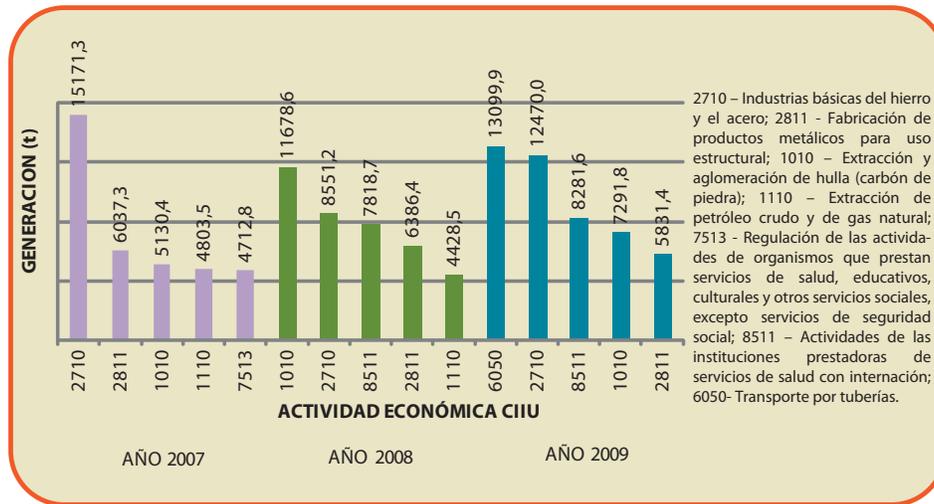
Es importante aclarar, que las actividades económicas presentes en la anterior gráfica corresponden a las actividades con mayor generación de RESPEL dentro de las actividades que, cumpliendo con las disposiciones de la norma y mostrando un interés en gestionar de manera adecuada este tipo de residuos, reportaron información en el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos. Los generadores que no realizaron a la fecha de corte su reporte de información pueden adelantar actividades económicas que no se presentan en la siguiente gráfica, lo cual no quiere decir que dichas actividades económicas no presenten una generación de RESPEL representativa dentro del total nacional. De igual manera, considerando que aquellos establecimientos en los que se generan residuos peligrosos

en una cantidad menor a los 10 kg/mes no tienen la obligación de reportar información en el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos, existe la posibilidad de que en dichos establecimientos se adelanten actividades económicas que no se ven reflejadas en la gráfica anterior.

De la comparación de las actividades económicas que en mayor proporción aportaron a la generación de RESPEL durante los años 2007, 2008 y 2009, se encuentran los siguientes resultados (Figura 4.44).

Las actividades económicas de las industrias básicas de hierro y de acero y la fabricación de productos metálicos para uso estructural, asociadas con la generación de residuos de metales pesados, han aparecido en los tres períodos de balance evaluados como unas de las más generadoras de RESPEL, al igual que la actividad de extracción y aglomeración de hulla. Las actividades de las instituciones prestadoras de servicios de salud no aparece dentro de las cinco más generadoras de RESPEL en el año 2007, posiblemente debido a que el mayor porcentaje de instituciones prestadoras de servicios de salud en el país son de complejidad baja o media y clasifican como establecimientos pequeños o medianos generadores que no se incluyen dentro del Registro en el reporte de 2007.

**Figura 4.44 Comparativo de actividades económicas con mayor reporte de generación de RESPEL en 2007, 2008 y 2009**



Cabe resaltar que para el año 2009 la mayor generación de RESPEL la aportó la actividad de transporte por tuberías con una cantidad generada del 14,5% del total nacional; sin embargo, esta actividad no aparece entre las más generadoras de RESPEL en los años 2007 y 2008; teniendo en cuenta que el 99,2% de los RESPEL generados por esta actividad económica corresponde a los residuos de mezclas y emulsiones aceite y/o hidrocarburo y agua, se podría relacionar su generación en 2009 con prácticas de mantenimiento correctivo o preventivo, que pudieron no darse o no reportarse en los años precedentes, o no en la misma proporción que en 2009.

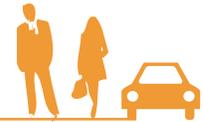
#### • Distribución geográfica de los residuos o desechos peligrosos generados en 2009

En el año 2009 el 80% de la generación de RESPEL, según lo reportado, se concentró mayoritariamente en la jurisdicción de diez de las autoridades ambientales que realizaron transmisión de la información al SIA, así: Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá – SDA (18,6%); Corporación Autónoma Regional de Sucre - CARSUCRE (14,7%); Corporación Autónoma Regional del Atlántico - CRA (9,9%); Corporación Autónoma Regional de Boyacá - CORPOBOYACÁ (8,4%); Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR (6,2%); Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC (6,0%); Corporación

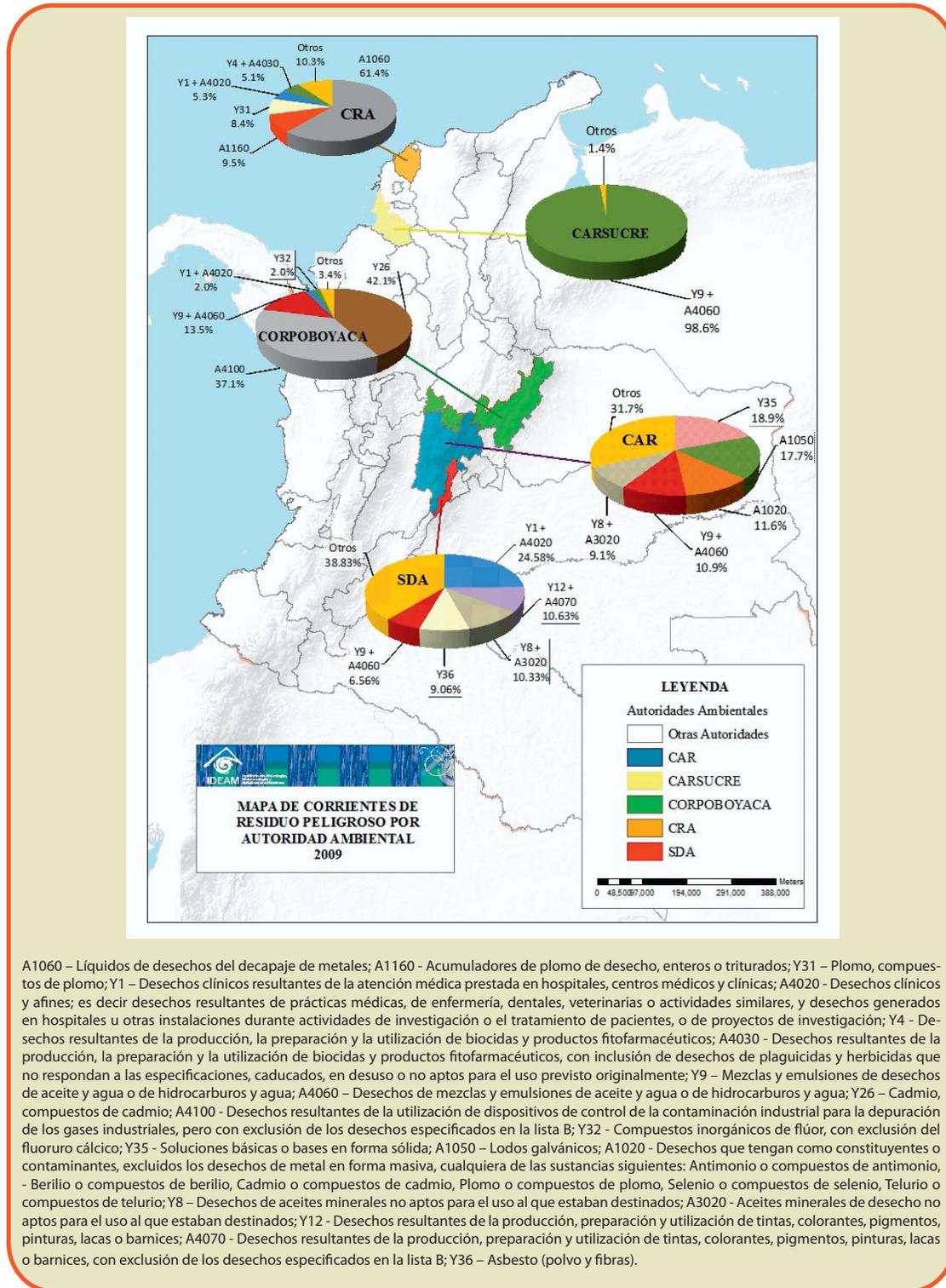
Autónoma Regional de la Guajira - CORPOGUAJIRA (5,0%); Corporación Autónoma Regional de Santander - CAS (4,2%); Corporación Autónoma Regional del Tolima - CORTOLIMA (4,0%); y Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique - CARDIQUE (3,6%). Consecuentemente con los datos anteriores, los tipos de RESPEL de mayor generación en el país tienen altos porcentajes relativos de generación en la jurisdicción de cinco de las autoridades ambientales con mayor reporte de generación de RESPEL, tal como se muestra en la Figura 4.45.

De los anteriores datos se destaca el hecho que a pesar que en jurisdicciones de la SDA y de la CAR se desarrolla una parte considerable de la actividad industrial y agropecuaria del país, no hay un sector predominante generador de RESPEL como en el caso de las grandes industrias de hierro y el acero ubicadas en el departamento de Boyacá, la explotación carbonífera en los departamentos de Guajira y Cesar o la exploración petrolera en los departamentos de Meta y Casanare.

Tanto el dato de generación de RESPEL del 14,5% del total nacional reportado en CARSUCRE aportado en más de un 99% por la actividad de transporte por tuberías, como la ausencia de una generación significativa de estos residuos en otras regiones del país donde también se adelan-



**Figura 4.45** Mapa de distribución geográfica de las principales corrientes de residuo generadas en 2009



A1060 – Líquidos de desechos del decapaje de metales; A1160 - Acumuladores de plomo de desecho, enteros o triturados; Y31 – Plomo, compuestos de plomo; Y1 – Desechos clínicos resultantes de la atención médica prestada en hospitales, centros médicos y clínicas; A4020 - Desechos clínicos y afines; es decir desechos resultantes de prácticas médicas, de enfermería, dentales, veterinarias o actividades similares, y desechos generados en hospitales u otras instalaciones durante actividades de investigación o el tratamiento de pacientes, o de proyectos de investigación; Y4 - Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de biocidas y productos fitofarmacéuticos; A4030 - Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de biocidas y productos fitofarmacéuticos, con inclusión de desechos de plaguicidas y herbicidas que no respondan a las especificaciones, caducados, en desuso o no aptos para el uso previsto originalmente; Y9 – Mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua; A4060 – Desechos de mezclas y emulsiones de aceite y agua o de hidrocarburos y agua; Y26 – Cadmio, compuestos de cadmio; A4100 - Desechos resultantes de la utilización de dispositivos de control de la contaminación industrial para la depuración de los gases industriales, pero con exclusión de los desechos especificados en la lista B; Y32 - Compuestos inorgánicos de flúor, con exclusión del fluoruro cálcico; Y35 - Soluciones básicas o bases en forma sólida; A1050 – Lodos galvánicos; A1020 - Desechos que tengan como constituyentes o contaminantes, excluidos los desechos de metal en forma masiva, cualquiera de las sustancias siguientes: Antimonio o compuestos de antimonio, - Berilio o compuestos de berilio, Cadmio o compuestos de cadmio, Plomo o compuestos de plomo, Selenio o compuestos de selenio, Telurio o compuestos de telurio; Y8 – Desechos de aceites minerales no aptos para el uso al que estaban destinados; A3020 - Aceites minerales de desecho no aptos para el uso al que estaban destinados; Y12 - Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices; A4070 - Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices, con exclusión de los desechos especificados en la lista B; Y36 – Asbesto (polvo y fibras).

ta la misma actividad económica puede parecer inesperado; sin embargo, esto también está altamente influenciado por la falta de validación de información de algunas autoridades ambientales y la ausencia de reporte de algunos grandes generadores, situación que se espera corregir a medida que el proceso se afiance. La alta generación de RESPEL en la jurisdicción de CARSUCRE para el año 2009 se podría asociar con prácticas de mantenimiento correctivo o preventivo realizadas a la infraestructura del transporte de hidrocarburos por tubería y en el momento están reflejando un alto grado de compromiso tanto de la Corporación como de los generadores ubicados en su jurisdicción por aportar al proceso de análisis de información de uso de recursos.

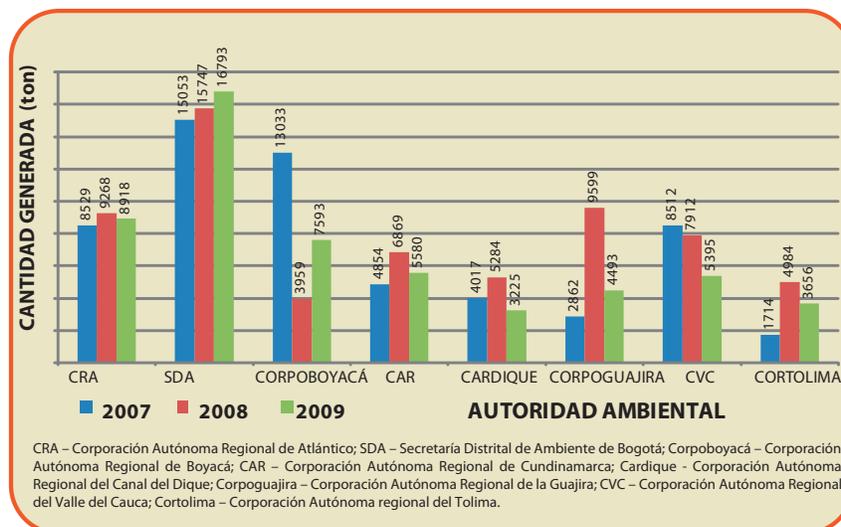
Para el caso de la CRA la mayor generación de RESPEL la aporta la corriente de líquidos de desecho de decapaje de metales con un 61,4% de la generación total de los RESPEL de esa jurisdicción, hecho consecuente con la presencia de grandes industrias de fabricación de productos elaborados de metal. En jurisdicción de Corpoboyacá, el mayor porcentaje de generación (42,1%) fue el de la corriente de residuos que tienen como constituyente cadmio o compuestos

de cadmio, justificada por la ubicación en esta zona de las principales industrias básicas del hierro y del acero del país que utilizan este metal en algunos de sus procesos productivos.

En la Figura 4.46 se hace la comparación de la generación de RESPEL en la jurisdicción de algunas de las Autoridades Ambientales con mayor generación durante el año 2009, con las cantidades generadas de RESPEL en esas mismas zonas durante los años 2007 y 2008, presentándose el siguiente comportamiento:

En el caso de las autoridades ambientales SDA y CRA, las variaciones en la generación de RESPEL durante los años 2007 a 2009 fueron bajas; en la SDA se presentó un ligero aumento del 4,6% entre el año 2007 y el año 2008; de igual forma, la generación de RESPEL aumentó en un 6,6% entre 2008 y 2009. En la CRA, se presentó un aumento de 8,7% entre 2007 y 2008 pero una disminución de 3,8% entre 2008 y 2009. En las demás autoridades ambientales graficadas, las variaciones de generación de RESPEL entre los años 2007 y 2009 fueron marcadas y no presentaron tendencia homogénea a disminuir, a aumentar o a mantenerse estables.

**Figura 4.46 Reportes de generación de RESPEL en jurisdicción de algunas autoridades ambientales, en los años 2007-2009**





### 4.5 Inventario nacional de Gases de Efecto Invernadero de Colombia, GEI

Las emisiones de gases de efecto invernadero constituyen un indicador fundamental para comparar la huella general que dejan las diferentes sociedades en el mundo. Bajo esta concepción y al analizar el volumen de las emisiones estimadas para Colombia en los inventarios que se presentan a continuación se puede decir que la huella de carbono de Colombia (excluyendo las emisiones derivadas por el uso del suelo, el cambio en el uso del suelo y la silvicultura), es bastante baja comparada con la de los países más industrializados del mundo.

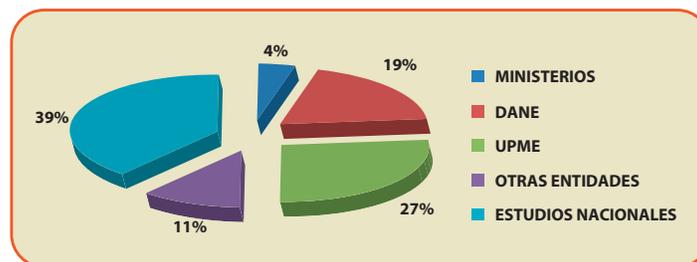
El cálculo de las emisiones dentro de los Inventarios Nacionales de Gases Efecto Invernadero (GEI), es una construcción colectiva que se da en el marco de las Comunicaciones Nacionales sobre Cambio Climático, las cuales se presentan a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático

y han tenido en Colombia una evolución en la participación de instituciones de orden nacional que se nutre y consolida cada vez más.

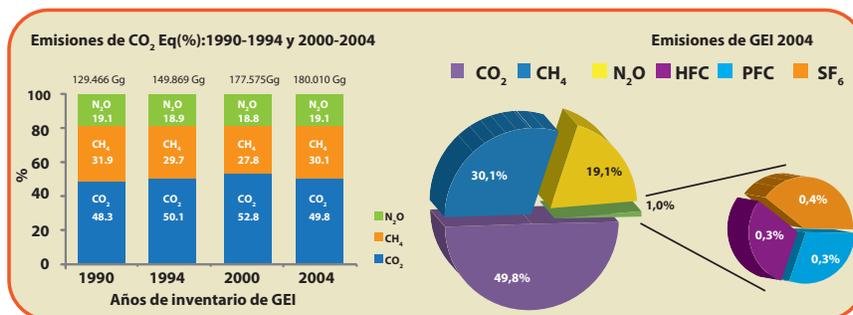
En la figura 4.47, se presenta en porcentaje la cantidad de información que el IDEAM como coordinador de la elaboración de la Comunicación Nacional recopila y analiza para la construcción del inventario, cuyos datos finales son consensuados en las mesas de trabajo de cada sector. Estas mesas de trabajo han estado formadas principalmente por el Ministerio de Agricultura, Ambiente, Industria y Comercio. Otras entidades como la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), empresas privadas, diferentes Cámaras de la Asociación Nacional de Industriales (ANDI), otras agremiaciones y algunas universidades.

En este capítulo se presentan los cálculos para el año 2000 y 2004 de las emisiones de GEI, los cuales se encuentran en la Segunda Comunicación Nacional (SCN) de Colombia (IDEAM, 2010a) (figura 4.48).

**Figura 4.47 Composición porcentual de la información que las entidades nacionales aportan al inventario de emisiones de GEI por variable entregada**



**Figura 4.48 Inventario de gases de efecto invernadero de Colombia, composición porcentual**



Fuente: IDEAM et ál., 2010.

Con referencia al peso o representatividad del aporte de cada uno de los GEI, alrededor del 99% de las emisiones colombianas, en unidades de CO<sub>2</sub> equivalentes, se componen de CO<sub>2</sub> (50%), CH<sub>4</sub> (30%) y N<sub>2</sub>O (19%); quedando el 1% para el resto de gases que causan efecto de invernadero y que no están dentro del Protocolo de Montreal (HFC's, PFC's y SF<sub>6</sub>). La distribución porcentual para esos años del inventario de GEI ha estado principalmente dominada por las emisiones derivadas de los sectores de Agricultura y Energía .

Las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes para Colombia son menores que las de los países más desarrollados (alrededor del 22%), y los valores promedio mayores corresponden a CH<sub>4</sub> (12%) y a N<sub>2</sub>O (10%). Tal composición se explica, en parte, por la dependencia del sector agropecuario, donde el CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O tienen un mayor peso porcentual, contrario a la situación de los países más desarrollados donde se presenta el uso significativo de combustibles fósiles. En la Figura 4.48, se presenta el detalle de todos los gases y su participación en el año 2004.

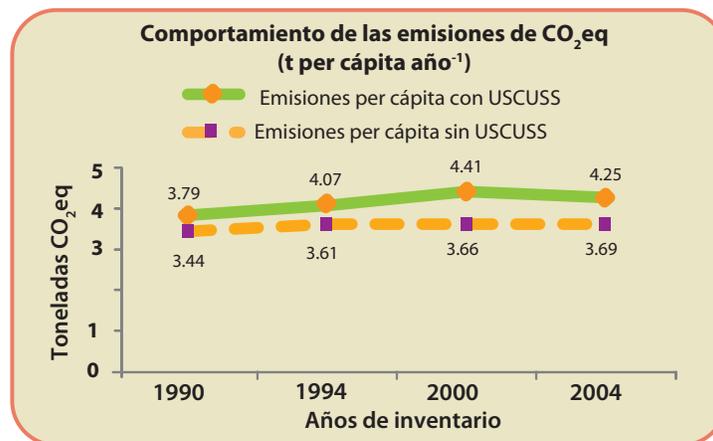
El desempeño colombiano de las emisiones per cápita (t CO<sub>2</sub> eq per cápita año<sup>-1</sup>) sin el Módulo de uso de la tierra, cambió en el uso de la tierra y silvicultura (USCUSS) para los años 1990 (3,44), 1994 (3,61), 2000 (3,66) y 2004 (3,63 t CO<sub>2</sub> eq per cápita año<sup>-1</sup>) se exponen en la Figura 4.49. Las cifras correspondien-

tes al año 2000 (3,66 t CO<sub>2</sub> eq/persona) permiten ubicar las emisiones de Colombia (per cápita) por debajo del valor medio mundial.

Algunas de las principales necesidades del país relacionadas con el cálculo de las emisiones presentadas en la SCN es la falta de consistencia en la comparabilidad temporal, pues los inventarios de 1990 y 1994 se realizaron con diferente cantidad y calidad de información, así como diferentes metodologías para algunas de las principales categorías dentro de cada sector que las utilizadas para los años 2000 y 2004. Adicionalmente se necesita información actualizada que pueda reflejar las más recientes emisiones, que permitan tomar decisiones y realizar análisis acertados para aprovechar las oportunidades de mercados internacionales en materia de reducción de emisiones.

Es por esto que en el año 2010 se constituye un proyecto de cooperación internacional financiado por el Ministerio de Medio Ambiente de los Países Bajos y el MAVDT, ejecutado en el marco del convenio de cooperación entre el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y expertos de TNO (Holanda), según acuerdo establecido entre los dos gobiernos en la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático realizada en Cancún, México del 29 de noviembre al 10 de diciembre.

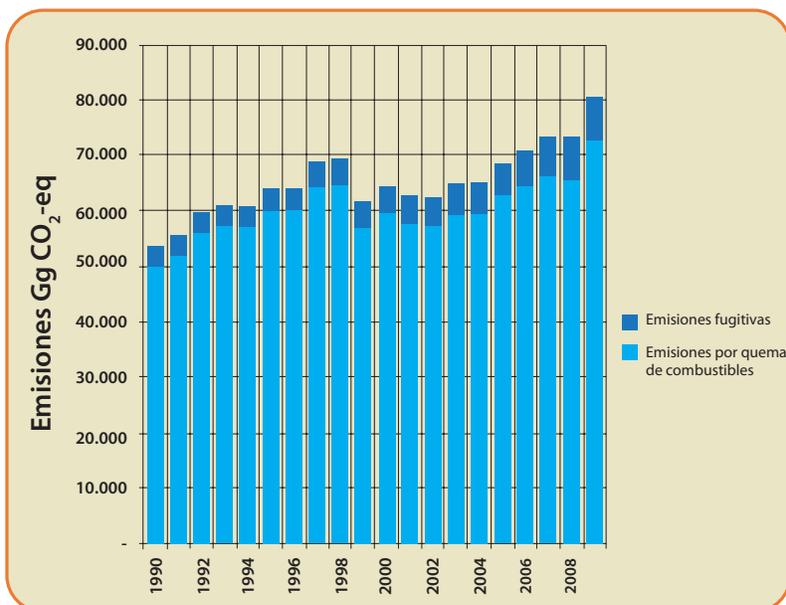
**Figura 4.49 Emisiones per cápita de GEI en Colombia en CO<sub>2</sub> eq**



Fuente: IDEAM et ál., 2010a.



**Figura 4.50 Emisiones de GEI para el sector Energía**



En el marco de este proyecto se está realizando a modo exploratorio el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) 1990 – 2008 para Colombia, siguiendo las guías metodológicas del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) (por sus siglas en inglés) de 1996, para los módulos de energía, procesos industriales, residuos y agricultura. De este último módulo aún no se tienen cifras definitivas por carencia de información de entrada de la serie temporal del proyecto, lo cual dificultó el cálculo de algunas categorías. Por otro lado, es importante aclarar que no fueron estimadas las emisiones de los módulos de uso de disolventes y otros productos (módulo 3), las cuales suelen ser fuentes muy pequeñas, aparte de requerir un nivel alto de detalle en la información de entrada; ni las emisiones de cambio del uso de la tierra y silvicultura – LULUCF (Módulo 5) ya que para esta estimación se requiere un estudio muy elaborado que no era factible dentro de los límites del proyecto.

Para el desarrollo de este proyecto fue necesario establecer los métodos, fuentes de datos, factores de emisión y proyecciones, con el fin de completar la serie temporal y así, obtener emisiones para el periodo de 1990 a 2008 teniendo como referencia los inventarios Nacionales de GEI realizados anterior-

mente. Además es importante mencionar que el inventario se construyó utilizando varias herramientas, entre las cuales se encuentran la herramienta de software Collector III de la Agencia Europea de Medio Ambiente y varios documentos de orientación técnica del IPCC y del Programa de Monitoreo y Evaluación Europeo (EMEP) de su grupo de trabajo de Inventarios de emisiones y proyecciones.

Como resultado de este nuevo inventario se obtendrán emisiones año a año lo que permite analizar el comportamiento de las mismas en un periodo de 20 años, lo cual no era posible con los inventarios realizados anteriormente por el IDEAM. Este informe presentará el análisis general de los resultados para cada módulo calculado, ya que hasta no obtener las emisiones definitivas del sector de agricultura, no es posible presentar un análisis del total de las emisiones de gases de efecto invernadero del país, ni realizar la comparación entre los diferentes módulos.

#### • Módulo de energía<sup>20</sup>

Las emisiones del sector energía y su tendencia para el periodo comprendido entre 1990 y 2009 se muestran en la Figura 4.50 y son en promedio

65281 Gg de CO<sub>2</sub>-eq, constituidas por la quema de combustibles y por emisiones fugitivas.

En los primeros diez años del inventario se presentan emisiones por debajo de los 70000 Gg de CO<sub>2</sub>-eq, con un notable pico en el año 1998 en el que a consecuencia del fenómeno de El Niño se intensificaron las sequías en los sistemas hidrográficos de Colombia, reduciéndose así la capacidad de producción de energía eléctrica a través de hidroeléctricas y aumentando el consumo de combustibles. Este fenómeno se evidencia de nuevo en el año 2009 en el que las emisiones han alcanzado el máximo valor de la serie temporal con 72653 Gg de CO<sub>2</sub>-eq.

Como se muestra en la Figura 4.51 en promedio el 90% de las emisiones de gases de efecto invernadero de este sector son a causa de CO<sub>2</sub>, mientras que el CH<sub>4</sub> y el N<sub>2</sub>O tienen una participación más baja de 9% y 1% respectivamente.

#### • Módulo de procesos industriales<sup>21</sup>

Las emisiones de este sector están constituidas principalmente por la industria de los minerales

no metálicos (en su mayoría cemento y clinker), los cuales tienen una participación promedio de 65%, seguido de la industria de los metales y la industria química, que realiza un aporte promedio del 28,5% y 6.6% respectivamente. Es importante mencionar que dentro de las emisiones provenientes de la industria de los metales no se incluye la producción de aluminio, ya que las directrices metodológicas del IPCC establecen que dicho cálculo debe realizarse únicamente cuando existe producción primaria, de la cual carecemos en Colombia.

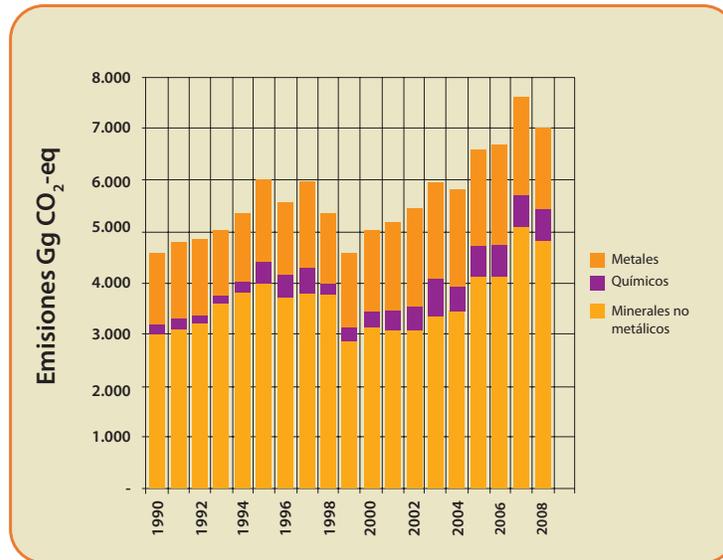
La Figura 4.52 muestra el comportamiento de las emisiones de este módulo. En el año 1999 hay una disminución significativa de las emisiones, alcanzando el valor más bajo del inventario para este sector con 4530 CO<sub>2</sub>-eq. Lo anterior se relaciona directamente con la crisis mundial, en donde Colombia se vio afectada por la reducción de sus posibilidades para producir y exportar materias primas y productos. En este año la variación del PIB Nacional fue de -4.2%<sup>22</sup>, siendo esta la cifra más baja del periodo de estudio.

**Figura 4.51 Participación de los diferentes GEI en las emisiones del sector Energía**





**Figura 4.52 Emisiones de GEI del sector de Procesos Industriales**

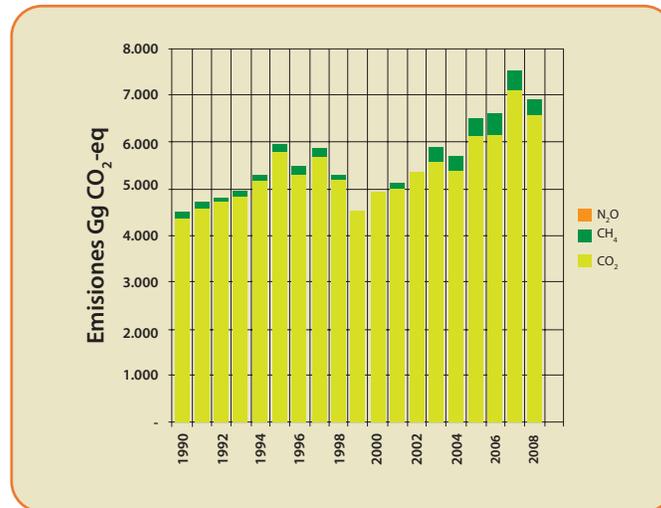


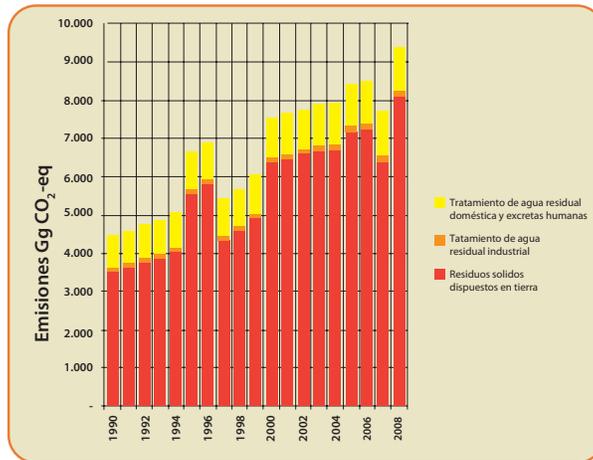
Por otro lado, como se muestra en la Figura 4.53, las emisiones son producidas en su mayoría por CO<sub>2</sub> que aporta en promedio el 96.8% de las emisiones de este sector, mientras que el CH<sub>4</sub> tiene una pequeña participación del 3%, seguido del óxido nitroso que realiza un aporte muy pequeño, en ningún año excede el 0,4%.

• **Módulo de residuos<sup>23</sup>**

Para este módulo se cuantifican las emisiones generadas por las actividades antrópicas relacionadas con la disposición de los residuos sólidos en tierra (6.A.1), el tratamiento de aguas residuales industriales (6.B.1) y el tratamiento de aguas residuales domésticas y excretas humanas (6.B.2).

**Figura 4.53 Participación de los diferentes GEI en las emisiones del sector de Procesos Industriales**

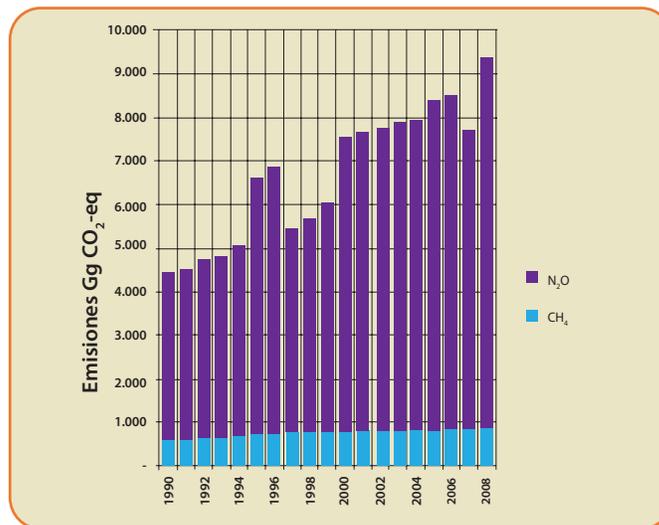


**Figura 4.54 Emisiones de GEI del sector de Residuos**

Como se observa en la figura 4.54, la categoría clave (con mayor porcentaje de participación) dentro de este módulo, hace referencia a la disposición de residuos sólidos en tierra con un 84.9%, mientras que las otras dos categorías aparecen con un porcentaje menos significativo; tratamiento de aguas residuales industriales 1.96%, tratamiento de aguas residuales domésticas 4.03% y excretas humanas con el 9.73%. El comportamiento de emisiones para el módulo de residuos es directamente proporcional al incremento de la pobla-

ción nacional y de la generación de residuos sólidos, su composición y sistema de disposición final.

Dentro del módulo de residuos se calculan emisiones de  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ , siendo más representativo el  $\text{CH}_4$  como se observa en la Figura 4.55, pues este se emite por la disposición de residuos sólidos en tierra y el tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales, mientras que la categoría de excretas humanas es la única que presenta emisiones de  $\text{N}_2\text{O}$ .

**Figura 4.55 Participación de los diferentes GEI en las emisiones del sector de Residuos**



Al revisar las emisiones obtenidas en este nuevo ejercicio, vemos que estas cifras son más bajas al compararlas con las emisiones estimadas en los inventarios pasados (1990-1994 y 2000-2004) por lo cual, el paso a seguir y en el que se encuentra actualmente el IDEAM consta de un proceso de comparación y homologación de los datos, dando consistencia a los mismos y confiabilidad al comportamiento de las emisiones año a año. Las cifras de emisiones totales se presentarán en la Tercera Comunicación Nacional de Colombia.

#### 4.6 Calidad del aire en las principales ciudades del país

La calidad del aire en el territorio nacional está reglamentada mediante Resolución 601 de 2006 "Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia", que fue ajustada por la Resolución 610 de 2010. En esta norma se establecen los límites máximos permisibles y el tiempo de exposición de los contaminantes criterio y no convencionales, así como las condiciones bajo las cuales las autoridades ambientales deben declarar los estados excepcionales de prevención, alerta y emergencia. En esta sección se mostrarán las tendencias de las concentraciones de los contaminantes monitoreados en los Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA) de algunas de las principales ciudades del país durante el período 2007-2009 (Figuras 4.56 a 4.60), con los promedios anuales para material particulado menor a 10 micras -  $PM_{10}$ , dióxidos de azufre  $SO_2$  y nitrógeno  $NO_2$ , monóxido de carbono CO y ozono  $O_3$ . Los datos empleados para realizar este análisis fueron suministrados y validados por cada una de las Autoridades Ambientales que administran los SVCA.

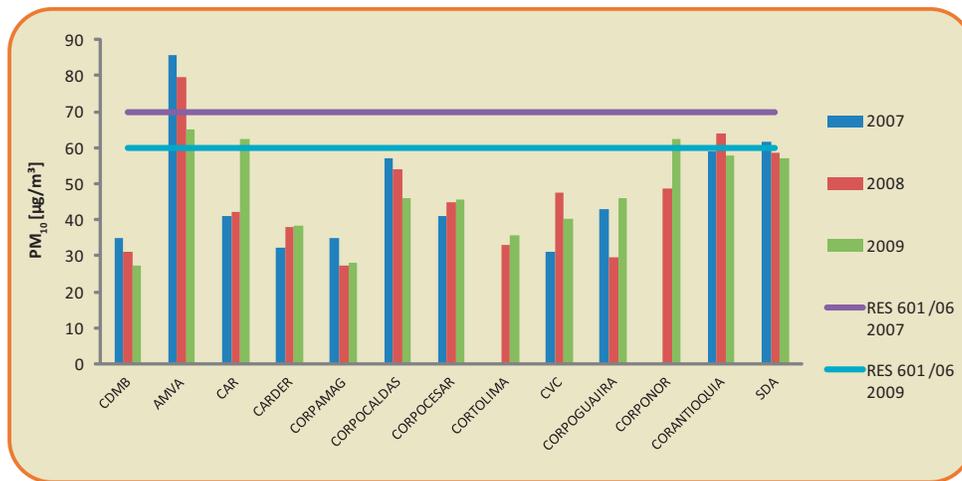
A pesar que en las diferentes ciudades se presentan sitios puntuales de alta concentración de contaminantes por tratarse de zonas industriales y de alto flujo vehicular, para este análisis se realizó un promedio por SVCA para poder observar la información de manera global y general, mostrando un panorama de cómo se encuentran algunos de los principales centros urbanos en el tema de calidad del aire.

En Colombia el contaminante de mayor preocupación, dada su concentración es el  $PM_{10}$   ya que en muchas ocasiones sobrepasa el límite máximo permisible establecido por la norma<sup>24</sup> y la comprobada afectación a la salud de la población expuesta, en especial de los grupos sensibles, entre los que se encuentran personas con enfermedades pulmonares o cardíacas así como con problemas respiratorios como el asma o el enfisema; las mujeres embarazadas; personas que desarrollan sus trabajos al aire libre; niños menores de 14 años cuyos pulmones todavía se están desarrollando; adultos mayores cuyos sistemas inmunológicos son más débiles y personas que se ejercitan frecuentemente al aire libre<sup>25</sup>. De acuerdo con la información de los SVCA presentada por el IDEAM dentro del Informe del Estado de la Calidad del Aire en las Principales Ciudades del país periodo 2007-2009, se establece que este contaminante es monitoreado en el 86% de las 132 estaciones de monitoreo de la calidad del aire con que cuenta actualmente el país (SVCA, Capítulo 5).

En la figura 4.56 se presenta la concentración **promedio anual de  $PM_{10}$**  en algunas de las principales ciudades del país, para el período de estudio referido. Es importante aclarar que se presentan dos límites máximos establecidos por la Resolución N° 601 de 2006 del MAVDT, debido a que el valor máximo permisible anual de  $70 \mu g/m^3$  pasó a  $60 \mu g/m^3$  en el año 2009, haciendo la norma más restrictiva, lo cual se puede ver reflejado en un mayor número de excedencias, sin que esto signifique que la calidad del aire haya empeorado.

Al analizar el comportamiento del  $PM_{10}$  se puede ver que su concentración disminuyó en el año 2009 en relación con el 2007 en el 55% de un total de 13 SVCA analizados, mientras que su tendencia fue al aumento en la concentración promedio en el 45% de ellos. Durante todo el período de estudio las mayores concentraciones se presentaron en la jurisdicción de AMVA con valores para el año 2007 de  $85.5 \mu g/m^3$ , para el año 2008 de  $79.6 \mu g/m^3$  y para el año 2009 de  $65.1 \mu g/m^3$ . Si se comparan los valores promedio con el límite máximo establecido para los años 2007 y 2008, se observa que los valores de AMVA superan dicho límite; al hacer este mismo ejercicio para el año 2009 se puede ver que

**Figura 4.56** Concentración promedio anual de  $PM_{10}$  en las principales ciudades del país.



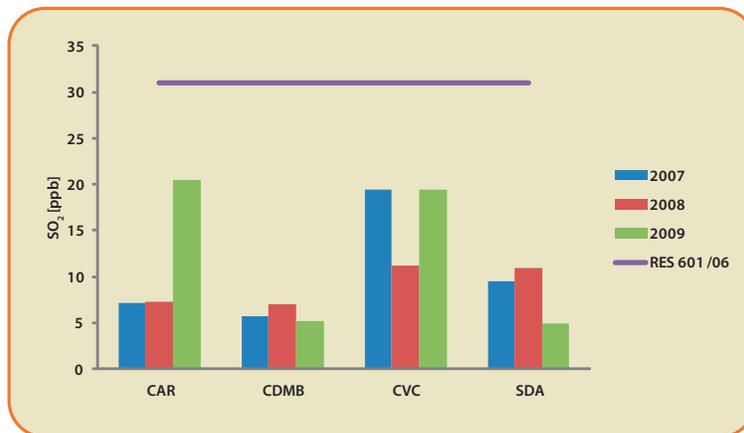
es superado nuevamente por AMVA junto con CAR y CORPONOR. Las tendencias descritas permiten concluir que la concentración de material particulado ha disminuido en 7 de los 13 SVCA estudiados (Figura 4.56).

El segundo contaminante analizado es el **Dióxido de Azufre ( $SO_2$ )**, del cual se logró obtener información de los SVCA de la CAR, CDMB, CVC y SDA (Figura 4.57).

Se observa un aumento en el promedio anual del  $SO_2$  en la jurisdicción de la CAR, pasando de un valor de 7.15 ppb en el año 2007 a 20.5 ppb

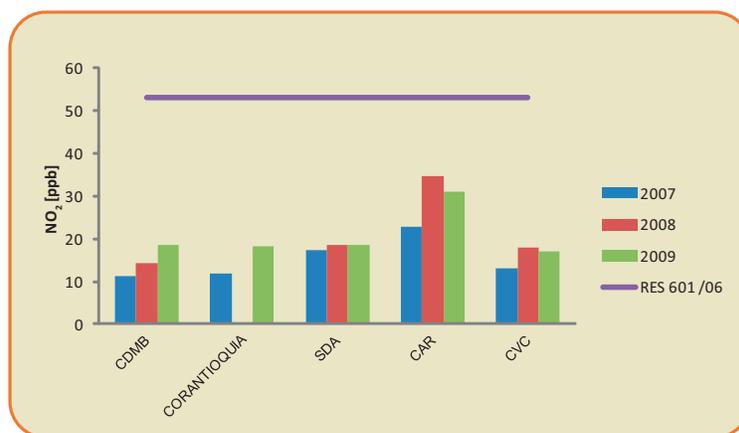
en el año 2009, es decir, que casi se ha triplicado la concentración de este contaminante. De la misma forma los promedios anuales registrados en la jurisdicción de la CVC durante los años 2007 y 2009 son mayores a los registrados durante el año 2008. Si bien estas concentraciones presentadas no superan el límite establecido por la normatividad nacional que corresponde a 31 ppb, los valores encontrados tanto en la jurisdicción de la CAR como en la CVC para el año 2009 se evidencia un incremento de la concentración de este contaminante respecto al año anterior<sup>26</sup> (Figura 4.58)

**Figura 4.57** Concentración promedio anual de  $SO_2$  en las principales ciudades del país





**Figura 4.58** Concentración promedio anual de  $\text{NO}_2$  en las principales ciudades del país.



El tercer contaminante analizado es el **Dióxido de Nitrógeno ( $\text{NO}_2$ )**, cuya importancia radica en que es un precursor de la formación de Ozono troposférico el cual tiene efectos nocivos sobre la salud de la población, en especial para grupos sensibles.

Para este contaminante se obtuvo información de CDMB, CORANTIOQUIA, SDA, CAR y CVC.

Aunque ninguna de las concentraciones supera los límites permisibles en ninguna de las Autoridades Ambientales regionales, los mayores promedios anuales se presentaron en la jurisdicción de la CAR para todo el período de estudio, con valores de 22.7 ppb para el año 2007, 34.6 ppb para el 2008 y 31.2 ppb para el 2009; así mismo en las jurisdicciones de CDMB, CORANTIOQUIA, SDA y CVC, se presentó un aumento en la concentración promedio del año 2009 en comparación con la del año 2007. Aunque todas las concentraciones se encuentran por debajo del límite establecido por la norma nacional (53 ppb), este comportamiento puede promover un aumento en las concentraciones de ozono, el cual es considerado el segundo contaminante más importante en Colombia, debido al número de excepciones de la norma que presenta.

Se debe prestar atención al aumento que se ha presentado en las concentraciones de  $\text{SO}_2$  y  $\text{NO}_2$ , que si bien no superan los límites máximos establecidos por la norma, podrían conllevar a futuros problemas tanto en ambiente como en salud.

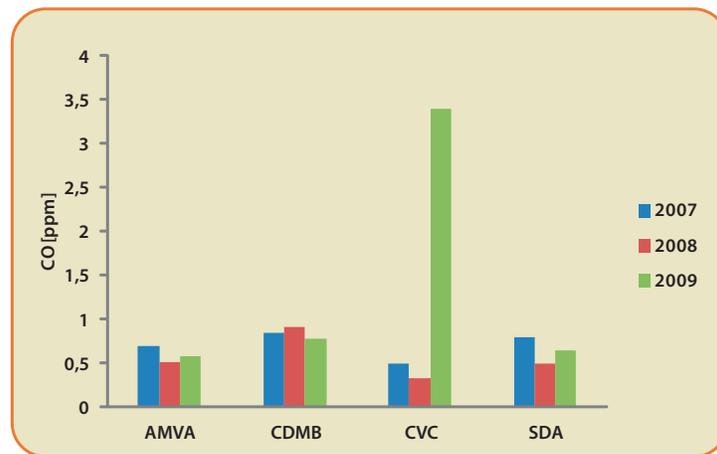
En relación con la contaminación por **Monóxido de Carbono (CO)**, este contaminante se origina principalmente como consecuencia de la combustión incompleta de cualquier tipo de combustible, siendo los vehículos los principales responsables de este tipo de contaminación en las zonas urbanas.

Las autoridades de las cuales se obtuvo información sobre la concentración de CO para el período 2007-2009 fueron AMVA, CDMB, CVC y SDA (Figura 4.59). Para este contaminante no existe un valor límite anual, por lo que se presenta el promedio horario anual para poder visualizar su comportamiento en los diferentes SVCA del país.

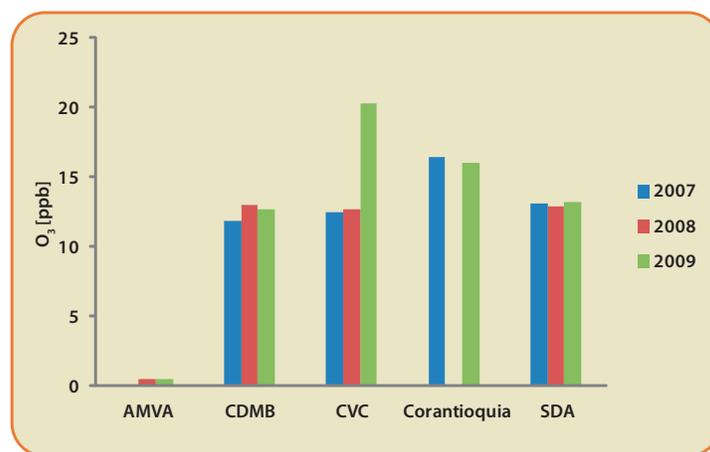
En la misma figura se puede observar que las mayores concentraciones se presentaron en la jurisdicción de la CVC en el año 2009, con valores de 3.4 ppm.

Finalmente, se muestra el comportamiento del **Ozono ( $\text{O}_3$ )**, que como se explicó anteriormente cuando se presenta en altas concentraciones en la tropósfera, tiene efectos nocivos para la salud. En la Figura 4.60 se encuentra el comportamiento de la concentración de este contaminante en las jurisdicciones de AMVA, CDMB, CVC, CORANTIOQUIA y SDA. Al igual que para el **Monóxido de Carbono (CO)**, para este contaminante no existe un valor límite anual, por lo tanto la Figura 4.59 presenta el promedio horario anual.

**Figura 4.59** Concentración promedio horario anual de CO en las principales ciudades del país



**Figura 4.60** Concentración promedio anual de O<sub>3</sub> en las principales ciudades del país



En términos generales se puede decir que las concentraciones de ozono durante este periodo presentaron una tendencia al aumento en los SVCA estudiados.



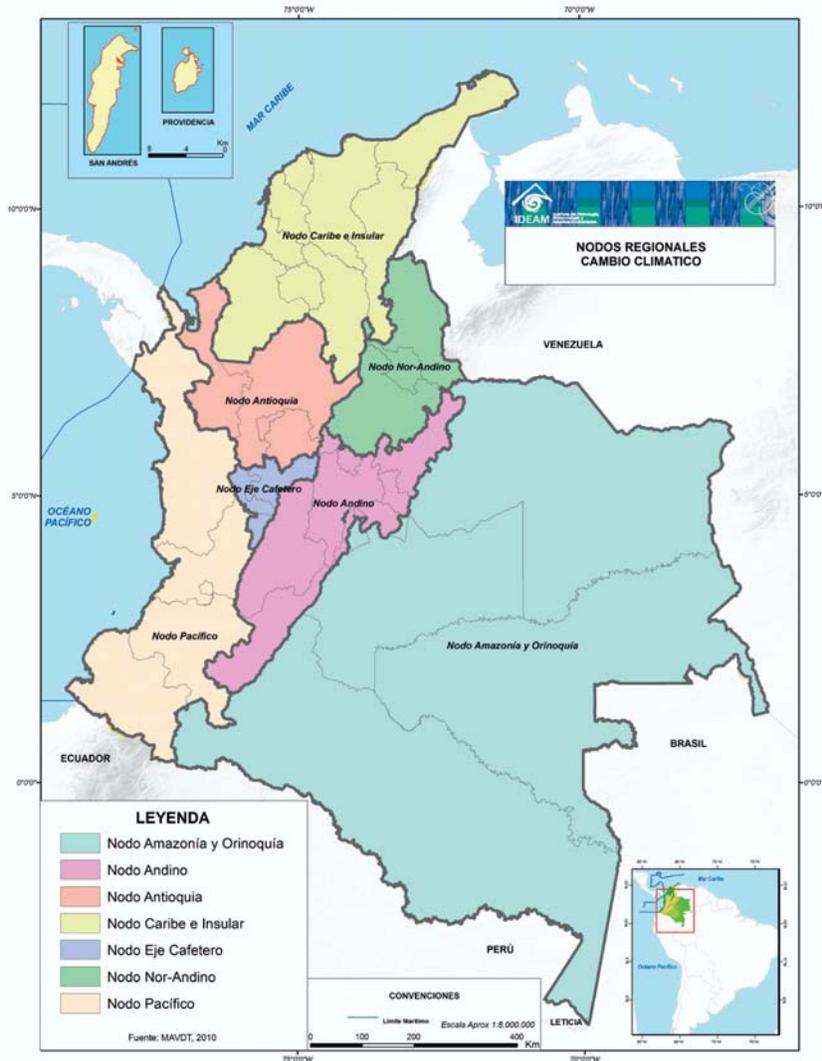
Fotografía: Héctor Raúl Pabón Méndez

## **A**péndice: Análisis de vulnerabilidad territorial frente a los posibles efectos del cambio climático en los nodos regionales

Una de las presiones sobre los recursos naturales del país es el cambio en el clima debido al aumento en las concentraciones de Gases Efecto Invernadero (GEI) y el cambio global que estas altas concentraciones generan. Determinar cuáles podrían ser los impactos, la sensibilidad del territorio y la capacidad de adaptación, y agregar todos estos factores para conocer la vulnerabilidad del país frente a los efectos adversos del cambio climático, es vital para poder priorizar regiones y medidas de adaptación, así como para estar preparados y planificar apropiadamente el territorio. Por lo cual en el Marco de la Segunda Comunicación Nacional de Colombia ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), el IDEAM desarrolló una primera metodología para poder analizar la vulnerabilidad del país frente al Cambio Climático, esta metodología requiere ser mejorada y fortalecida a nivel sectorial y regional con los insumos de información específica de estos ámbitos y apunta a ser una pieza fundamental en el diseño del Plan Nacional de Adaptación del País.

Las necesidades regionales de adelantar acciones frente al cambio climático, de forma articulada entre las diferentes Corporaciones Autónomas Regionales, Corporaciones para el Desarrollo Sostenible y Unidades Ambientales Urbanas, que llevaron a definir los “nodos regionales para el cambio climático”<sup>27</sup>, su conformación se dio a partir de las agrupaciones regionales que se pueden observar en la Figura 4.61.

**Figura 4.61** Mapa de Nodos Regionales para el Cambio Climático en Colombia (2010)



Se presentan los resultados del análisis de la vulnerabilidad por nodo, realizados bajo la metodología expuesta, como un insumo para el análisis de la vulnerabilidad regional que permita a los tomadores de decisiones el diseño de medidas que reduzcan la vulnerabilidad o que incrementen la capacidad de adaptación de sus jurisdicciones frente a las amenazas del clima.

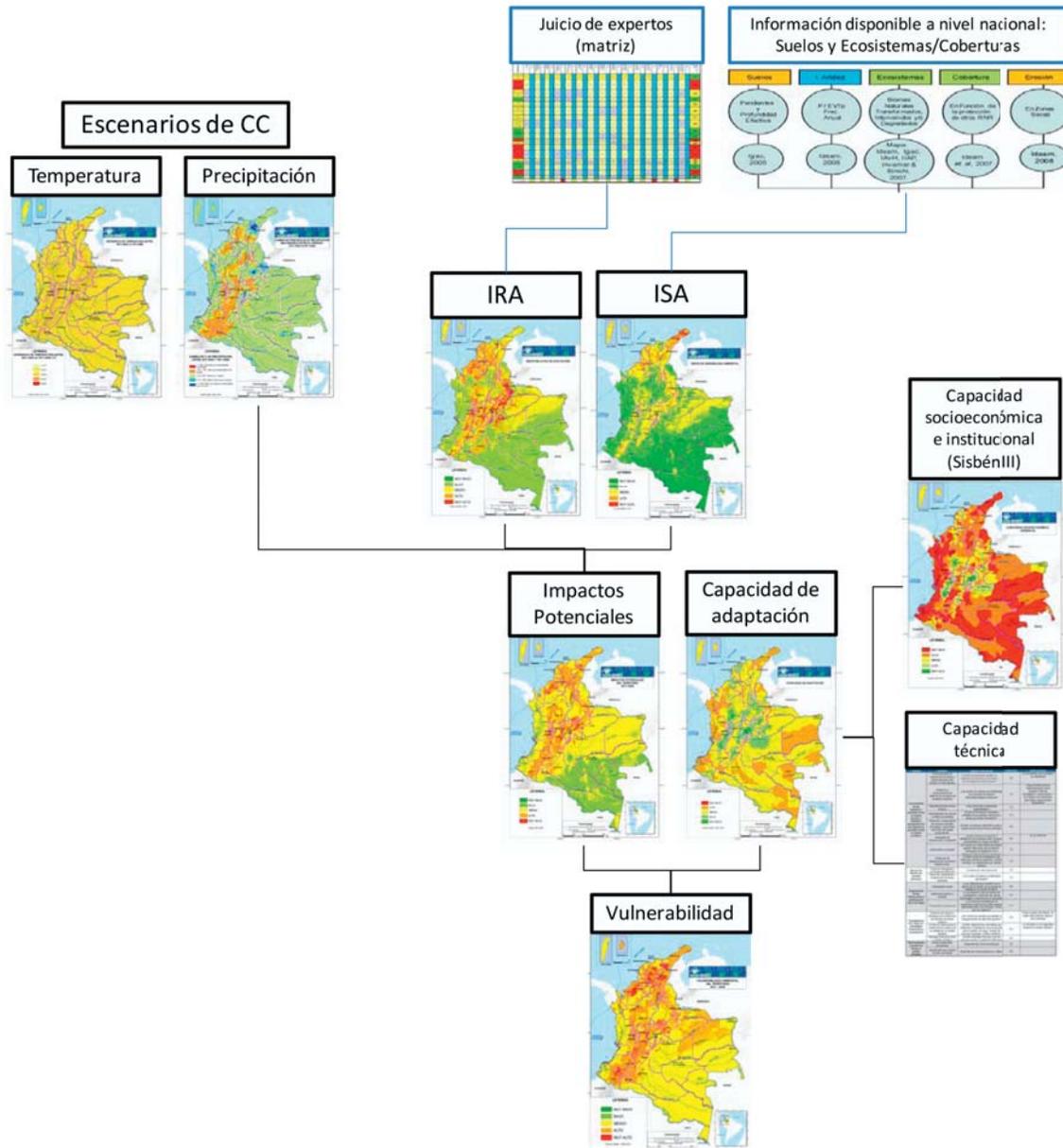
Es importante aclarar que esta información es indicativa y que se debe mejorar el análisis de vulnerabilidad tanto en escala como en cantidad de información incluida, para determinar la sensibilidad del territorio, la afectación y la capacidad de adaptación,

incluyendo particularidades de las regiones y sectores que no se pueden apreciar a un nivel nacional.

La vulnerabilidad del territorio incorpora diversas variables climáticas, biofísicas y socioeconómicas (Figura 4.62), algunas relacionadas o expuestas en capítulos anteriores. Variables de suelo relacionadas con la degradación y desertificación (capítulo 2 numeral 2.4. Suelos) son incorporadas en el Índice de Sensibilidad Ambiental (ISA), mientras los escenarios del cambio climático expuestos en el Capítulo 2 numeral 2.2.3 Clima son tenidos en cuenta para el análisis de vulnerabilidad.



**Figura 4.62 Modelo de Vulnerabilidad del Territorio (2010)**



Fuente: IDEAM (González) con información tomada de la SCN, (IDEAM, 2010a).

Se presenta entonces el estado de las Autoridades Ambientales en cuanto al ISA y la Vulnerabilidad Ambiental del Territorio periodo 2011-2040, el resultado se expone en porcentaje con respecto al área de la Jurisdicción; para algunos nodos las Afectaciones al Rendimiento Hídrico periodo 2011-2040 y el Ascenso del Nivel del Mar.



El **ISA** define el grado en que un sistema puede ser afectado positiva o negativamente por los estímulos del clima. Se estructuró a partir de: la Sensibilidad edáfica (Profundidad efectiva y pendiente<sup>28</sup>, Erosión y aridez<sup>29</sup>) y la Sensibilidad de los ecosistemas/coberturas vegetales (Ecosistemas<sup>30</sup>).

-  La **Capacidad de Adaptación** está determinada por las condiciones socioeconómicas e institucionales y las capacidades técnicas, que pueden actuar como barreras u oportunidades frente al cambio climático. Se usó el índice Sisbén III (DNP, 2008).
-  La **Vulnerabilidad Ambiental del Territorio** se define como el grado de susceptibilidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático. La vulnerabilidad en este caso fue obtenida del IDEAM (2010a), después de cruzar el Cambio de Precipitación, el ISA, el Índice Relativo de Afectación (IRA) y la Capacidad de Adaptación.
-  La **Afectación a la Escorrentía** muestra los posibles efectos del cambio climático sobre la escorrentía media anual en las principales subzonas hidrológicas del país, lo que puede hacer parte de la vulnerabilidad de sectores como el energético. Esta información es generada con base a los escenarios climáticos y la

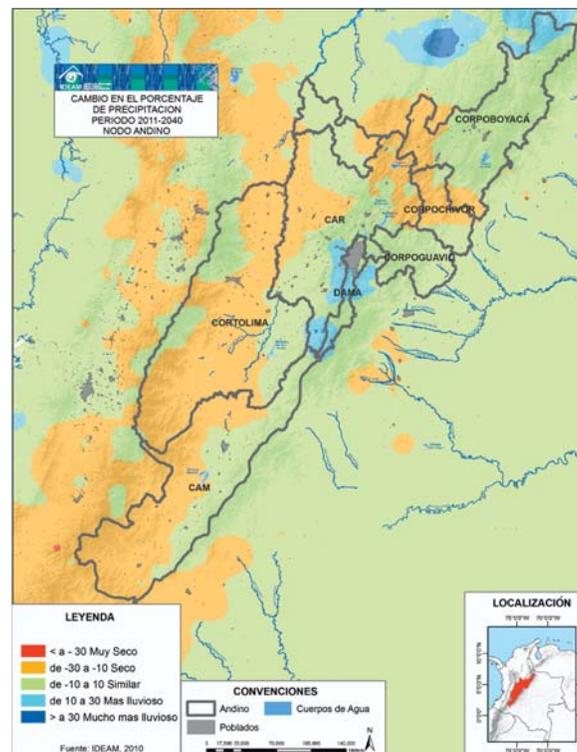
estimación indirecta (balance hídrico) a partir de los resultados del modelo Precis, respecto a la condición promedio de referencia.

-  El **Ascenso del Nivel del Mar** fue determinado por INVEMAR (2003), a partir de los lineamientos del IPCC (1991) para una región o nación costera. Los mapas presentados en los nodos costeros, muestran las áreas inundables de los litorales Caribe y Pacífico ante un ascenso en el nivel de mar.

### Nodo andino

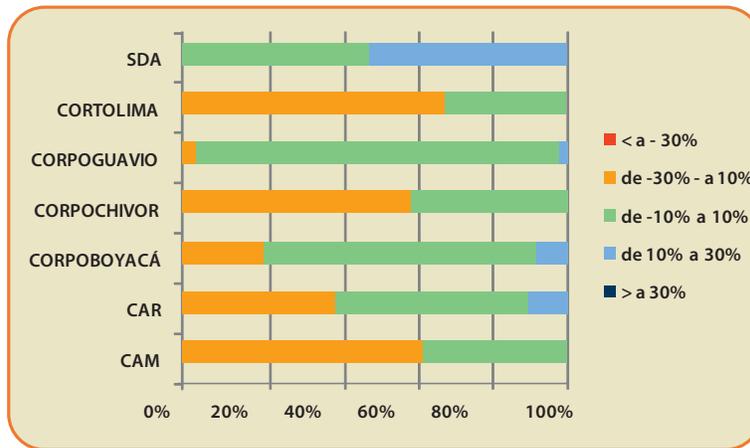
Compuesto por las jurisdicciones de: CORPOCHIVOR, CORPOGUAVIO, CAM, CAR, CORTOLIMA, CORPOBOYACÁ y la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA). Las corporaciones que tendrán más del 50% de área afectada por la disminución de la precipitación media anual entre 30% y 10% son CORTOLIMA y la CAM en la región del Alto Magdalena y CORPOCHIVOR. En jurisdicción de la SDA podrá ocurrir aumento en el promedio de dicha precipitación (Figuras 4.63 y 4.64).

**Figura 4.63** Mapa cambio en la precipitación para el período 2011-2040 Nodo Andino





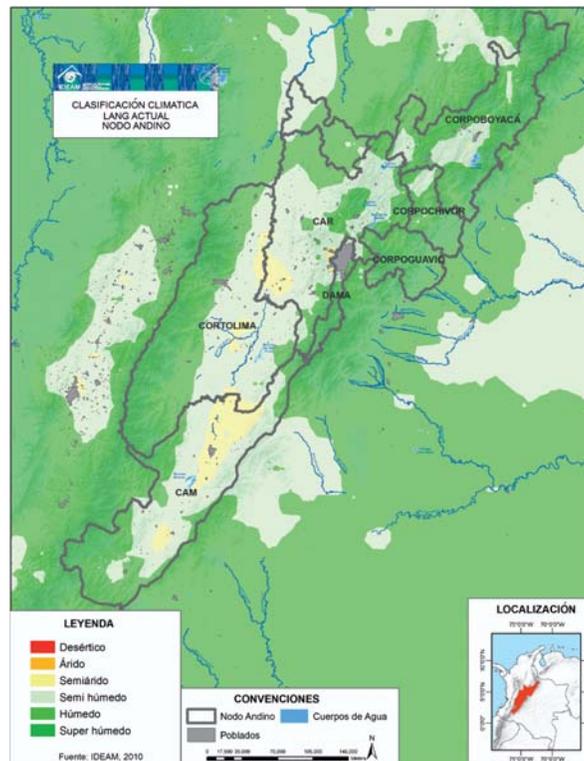
**Figura 4.64** Porcentaje del área por autoridad ambiental con el cambio en la precipitación 2011-2040 Nodo Andino



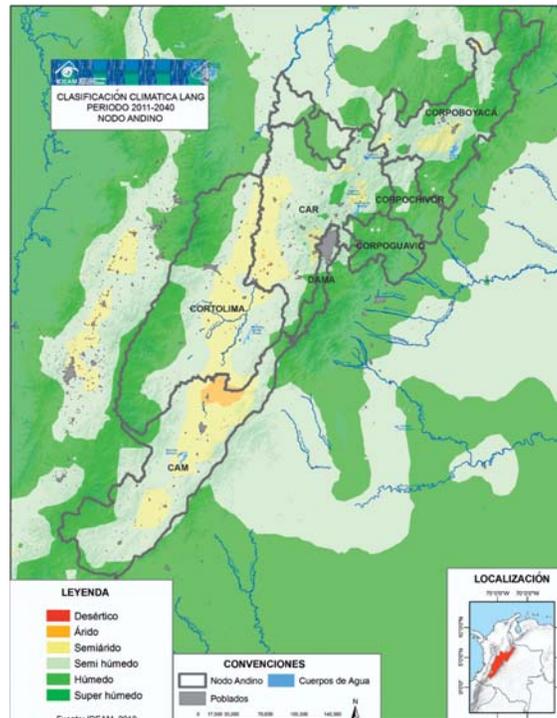
Según la clasificación climática Lang actual (Figura 4.65) y la predicción de esta clasificación para el período 2011-2040 (Figura 4.66), se observa la tendencia a climas más secos representados en la disminución de climas húmedos y semihúmedos,

debido a la expansión de los semihúmedos y semiáridos y áridos. Las corporaciones que se verán más afectadas por esos cambios del clima son la CAM, CORTOLIMA y CORPOBOYACÁ. (Figuras 4.67 y 4.68).

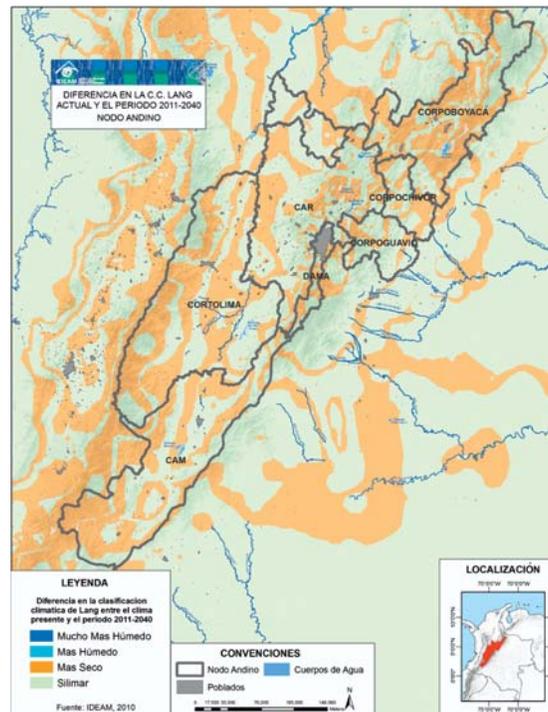
**Figura 4.65** Mapa clasificación climática Lang actual Nodo Andino



**Figura 4.66** Mapa clasificación climática Lang 2011-2040 Nodo Andino

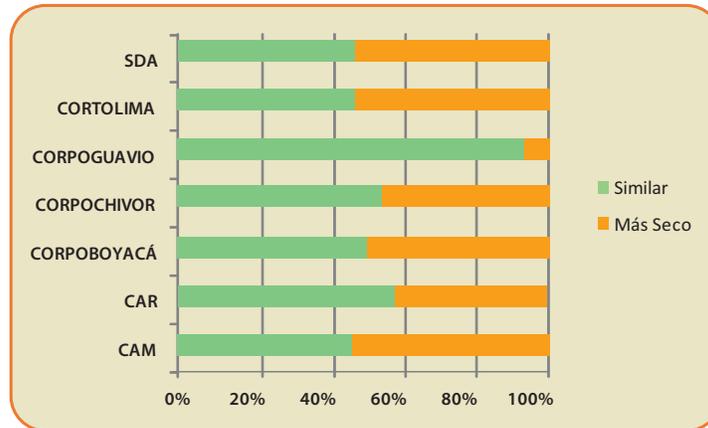


**Figura 4.67** Mapa diferencia de la clasificación climática Lang Nodo Andino





**Figura 4.68** Porcentaje del área por autoridad ambiental con la diferencia de la clasificación climática Lang Nodo Andino

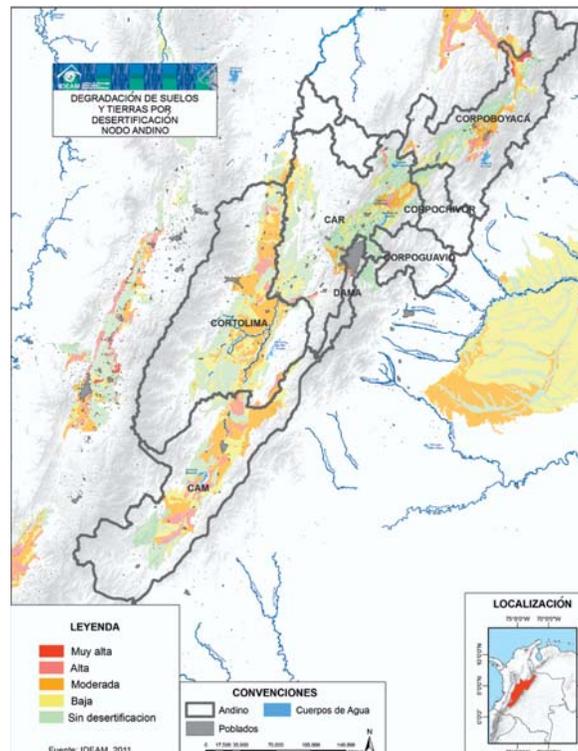


• **Desertificación**

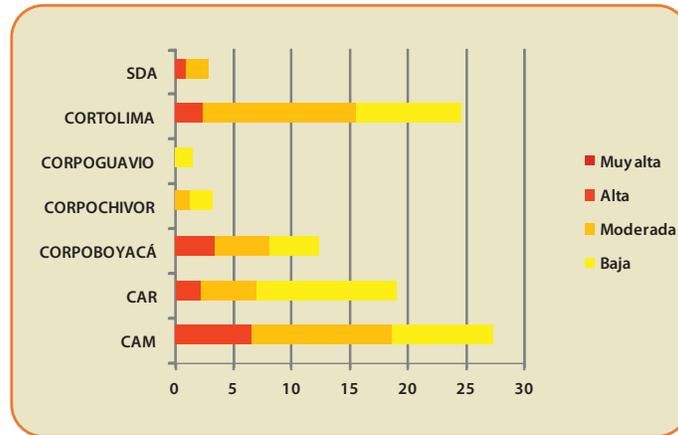
Actualmente el más alto porcentaje de las tierras en desertificación se encuentra en la cuenca del Magdalena, afectando áreas de las jurisdicciones

de CAM y CORTOLIMA donde el grado de desertificación es en su mayoría moderado (Figuras 4.69 y 4.70). Junto con la región Caribe, la región del valle interandino del Magdalena es una de las zonas más afectadas por los problemas de desertificación y que concentra la mayor producción agrícola del país.

**Figura 4.69** Desertificación Nodo Andino



**Figura 4.70** Porcentaje del área por autoridad ambiental en desertificación Nodo Andino

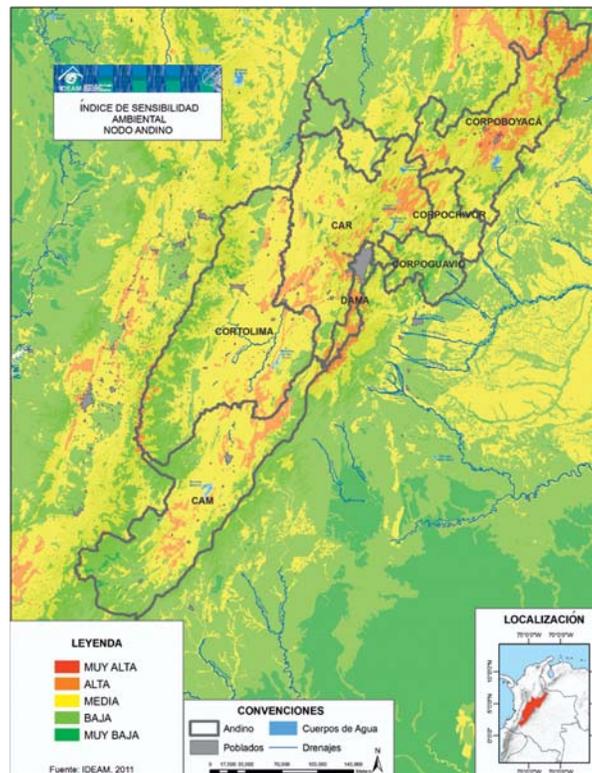


• **Vulnerabilidad**

Las corporaciones con los mayores porcentajes de alta sensibilidad son la SDA, CORPOBOYACÁ y CAR (Figuras 4.71 y 4.72). Sin embargo, un alto grado de vulnerabilidad se presenta en corpo-

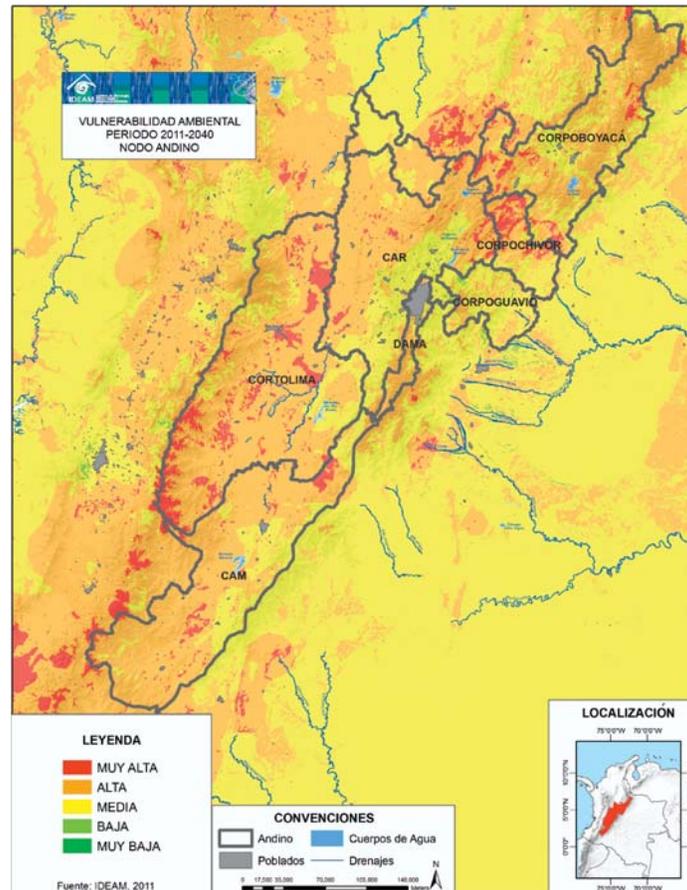
guavio, CORPOCHIVOR y CORTOLIMA (Figuras 4.73 y 4.74), en razón de que a pesar de tener sistemas biofísicos más resilientes al cambio climático (menor sensibilidad), presentan una menor capacidad de adaptación que las primeras.

**Figura 4.71** Mapa índice de sensibilidad ambiental Nodo Andino

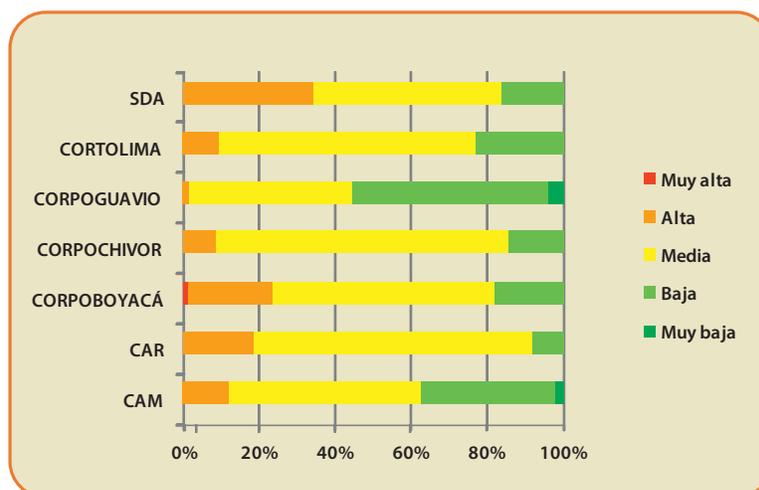




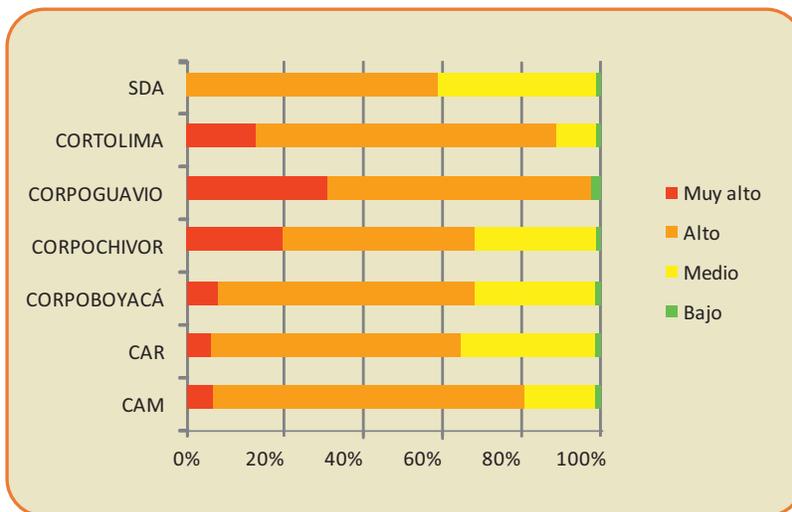
**Figura 4.72** Mapa vulnerabilidad ambiental 2011-2040 Nodo Andino



**Figura 4.73** Porcentaje del área por autoridad ambiental con el Índice de Sensibilidad Ambiental Nodo Andino



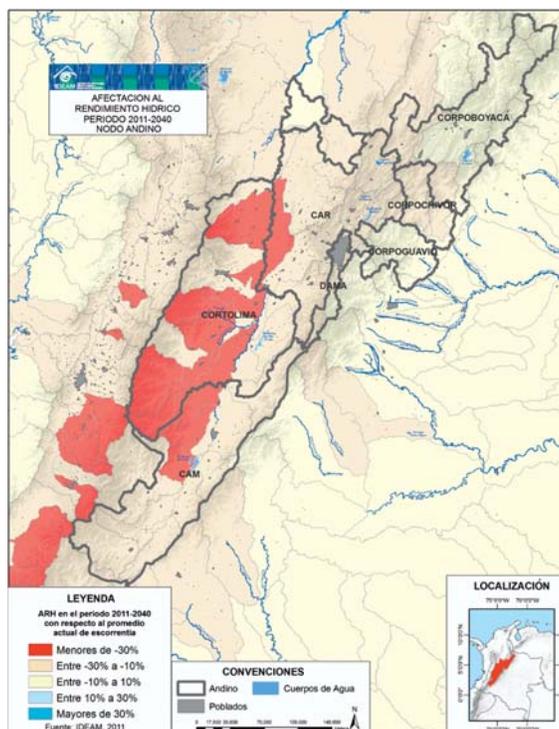
**Figura 4.74** Porcentaje del área por autoridad ambiental con la Vulnerabilidad Ambiental 2011-2040 Nodo Andino



Las subzonas hidrológicas (SZH) donde la afectación al rendimiento hídrico es alta, es decir con rendimientos menores a -30% para el período 2011-2040 con respecto al promedio actual de escorrentía son: las SZH de río Baché,

río Yaguará, río Luisa, río Seco, río Opía y río Lagunilla, de la zona hidrológica (ZH) del Alto Magdalena; y las SZH río Atá, río Alto Saldaña, río Cucuana y río Tetuana de la ZH del río Saldaña (Figura 4.75).

**Figura 4.75** Mapa afectación al rendimiento hídrico 2011-2040 Nodo Andino





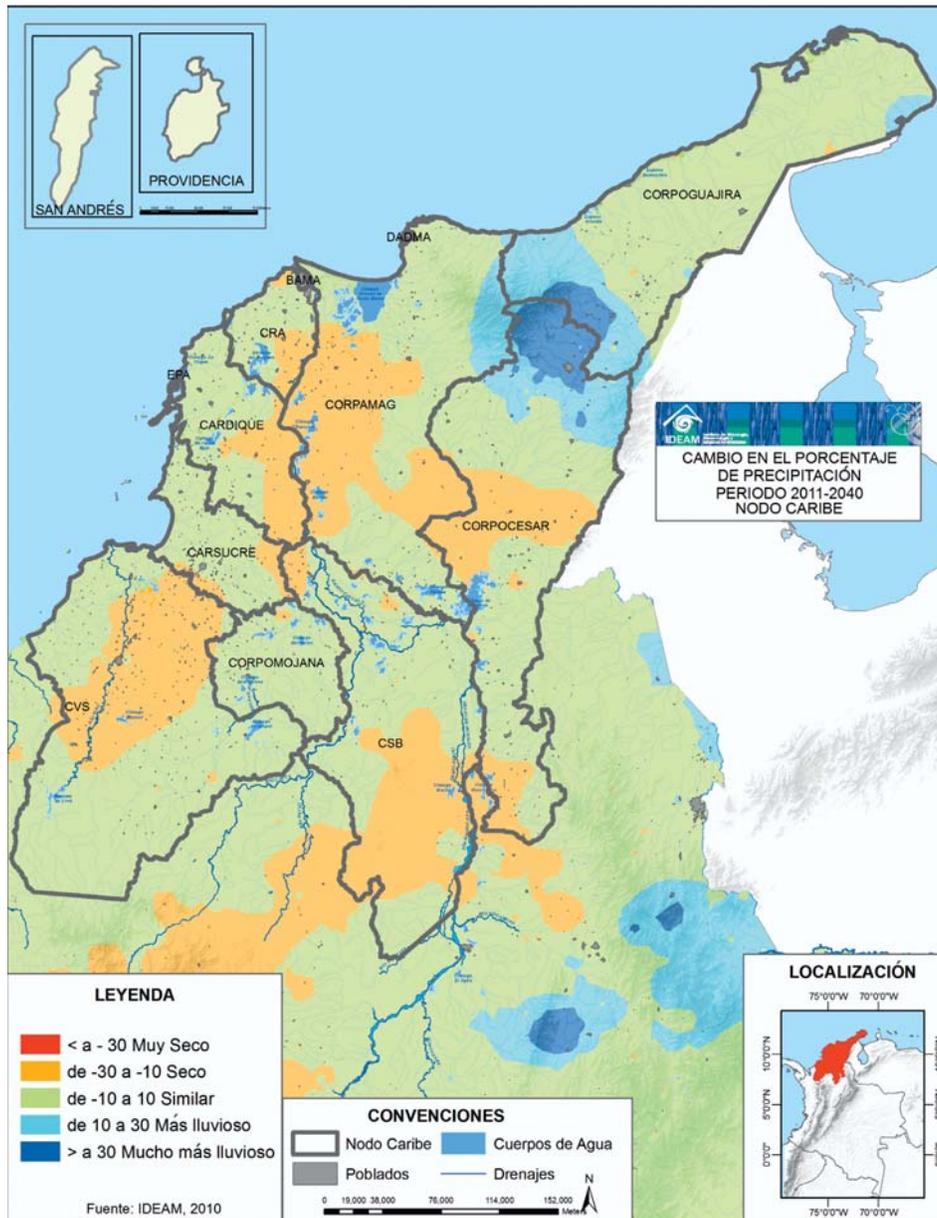
## Nodo Caribe e insular

Este nodo está integrado por: CORPAMAG, CARDIQUE, CRA, CORPOGUAJIRA, CVS, CORALINA, CARSUCRE, CORPOMOJANA, CSB, CORPOCESAR y las autoridades ambientales urbanas EPA (Cartagena), DADMA (Santa Marta), DAMAB (Barranquilla).

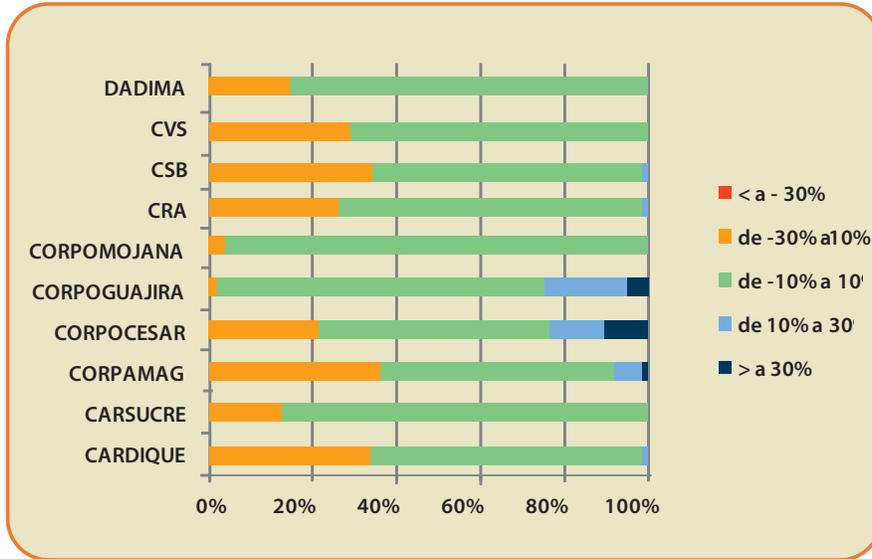
## • Clima

En este nodo se verán más afectadas por la disminución de la precipitación media anual con respecto a los promedios anuales de los últimos años, las jurisdicciones de CARDIQUE, CORPOMAG y la CSB, donde las reducciones de precipitación harían que más del 30% de su jurisdicción sea más se ca, reduciendo de -10% a -30% su precipitación media anual (Figuras 4.76 y 4.77).

**Figura 4.76** Mapa cambio en la precipitación para el período 2011-2040 Nodo Caribe

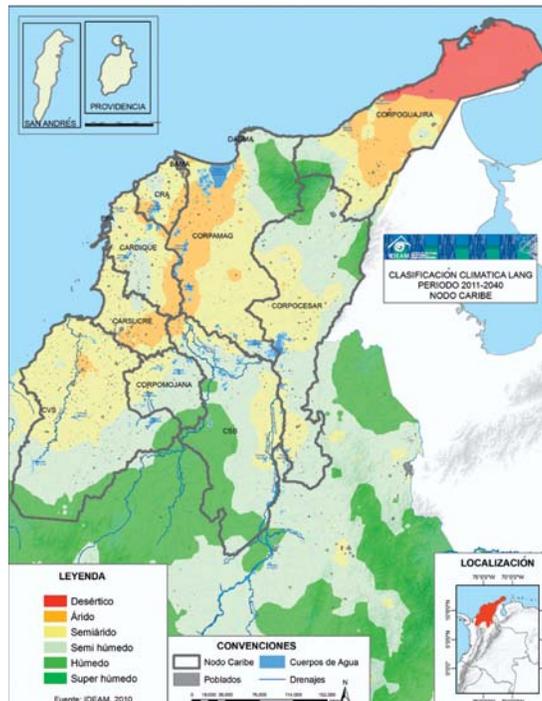


**Figura 4.77** Porcentaje del área por autoridad ambiental con el cambio en la precipitación 2011-2040 Nodo Caribe



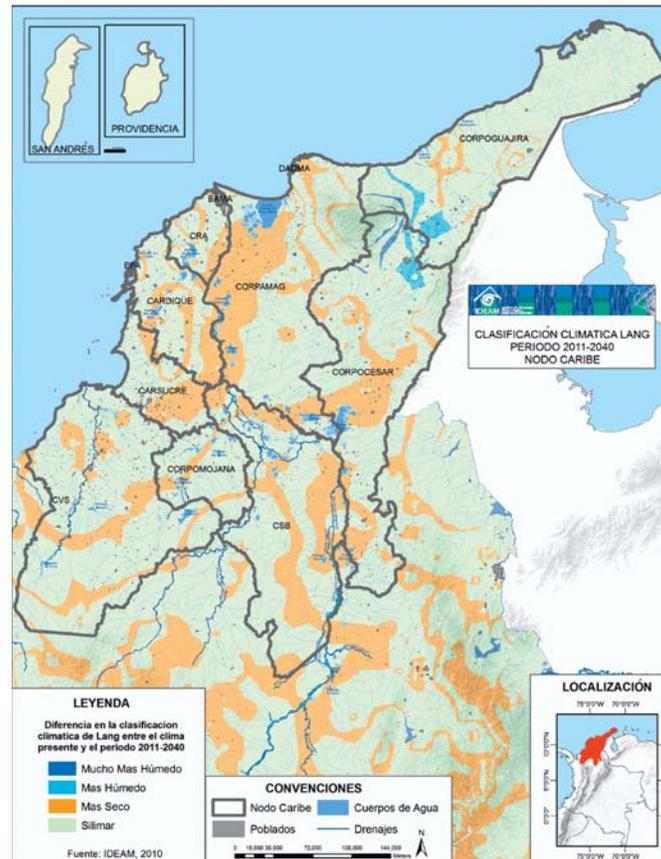
De otra parte con más del 35% de su jurisdicción que cambiaría a climas más secos, (áridos y semiáridos), están CARDIQUE, CARSUCRE, CSB y CORPOMAG (Figuras 4.78, 4.79, y 4.80).

**Figura 4.78** Mapa clasificación climática Lang: 2011-2040 Nodo Caribe

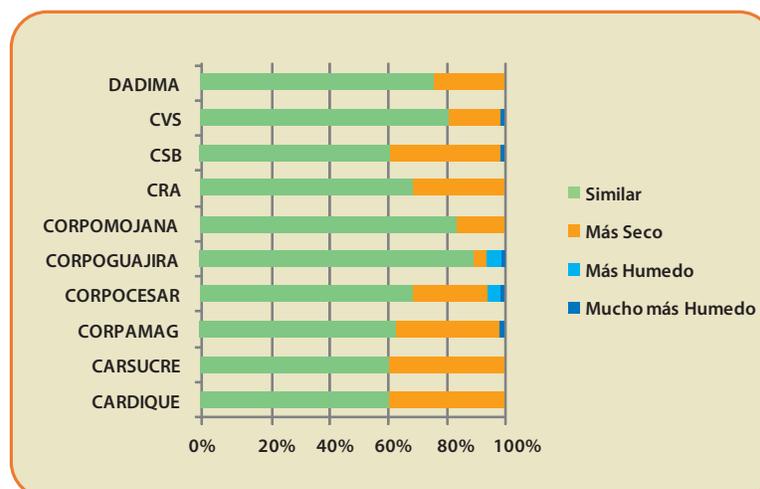




**Figura 4.79** Mapa diferencia de la clasificación climática Lang Nodo Caribe



**Figura 4.80** Porcentaje del área por autoridad ambiental con la diferencia de la clasificación climática Lang Nodo Caribe

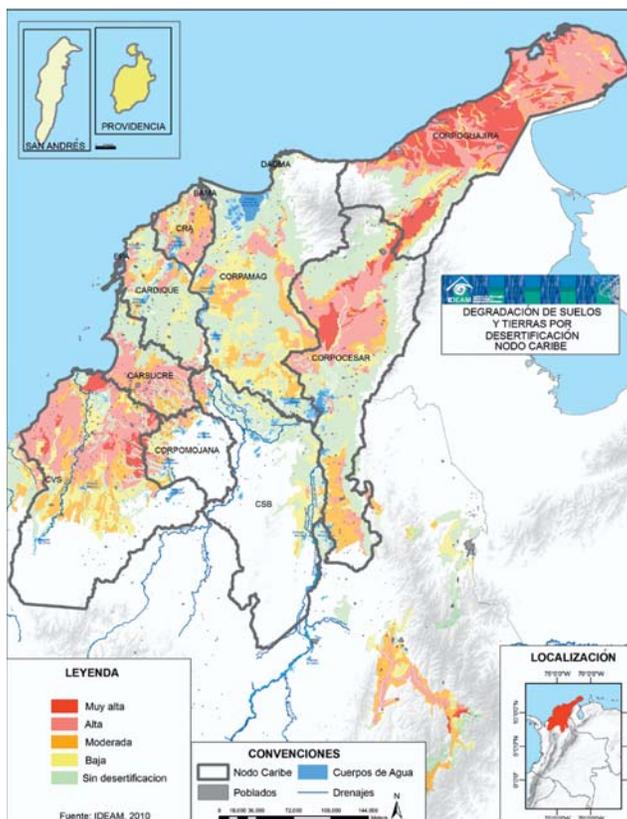


• **Desertificación**

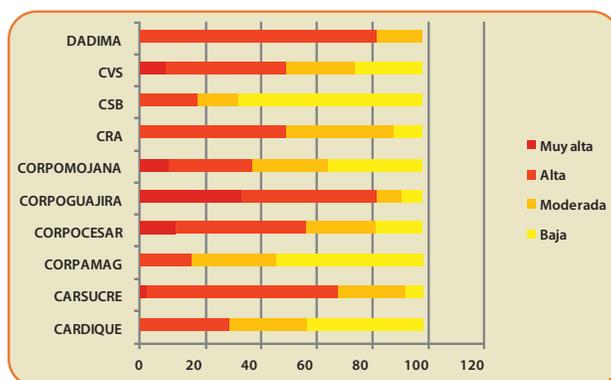
En este nodo las corporaciones: DADMA, CVS, CRA, CORPOGUAJIRA, CORPOCESAR Y CARSUCRE tienen alrededor del 50% de sus territorios dentro de las

categorías de desertificación en grado alto o muy alto. En general, este nodo posee una amplia extensión de su área en desertificación y además la probabilidad a ser desertificado por sus condiciones edáficas y climáticas secas (Figuras 4.81 y 4.82).

**Figura 4.81** Mapa desertificación Nodo Caribe



**Figura 4.82** Porcentaje del área por autoridad ambiental en desertificación Nodo Caribe





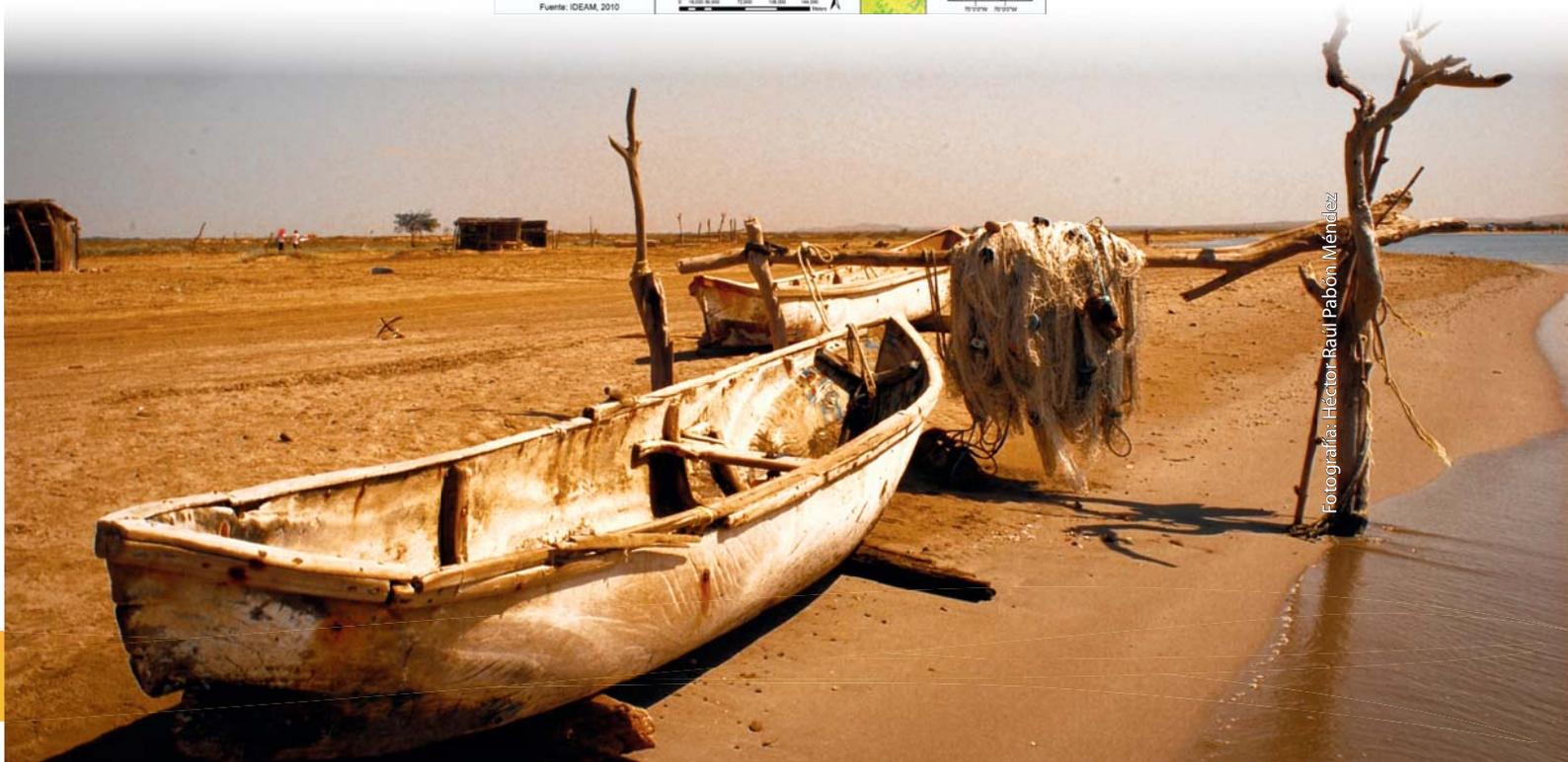
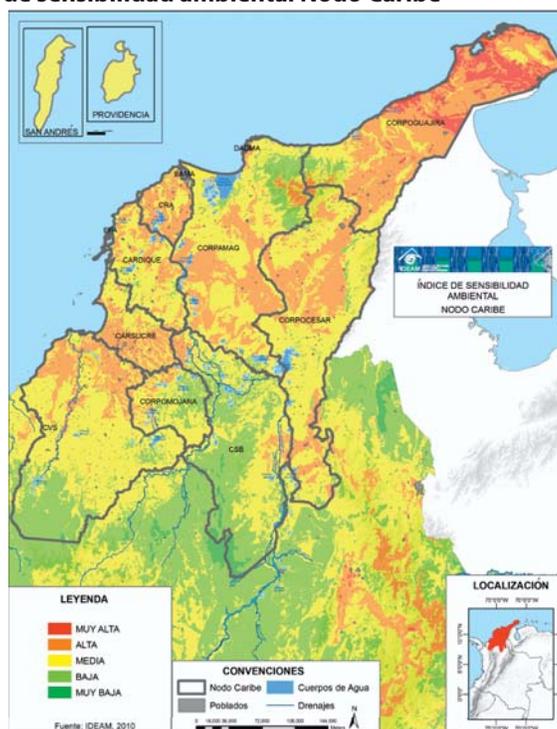
•Vulnerabilidad

Las áreas con una gran sensibilidad ambiental se encuentran en las corporaciones CORPOGUAJIRA, CRA y CARSUCRE (Figuras 4.83 y 4.84), en razón a que sus ecosistemas se encuentran afectados, elevando la sensibilidad de sus suelos, coberturas vegetales y sistemas productivos al

cambio climático, representado por el cambio en la precipitación y temperatura.

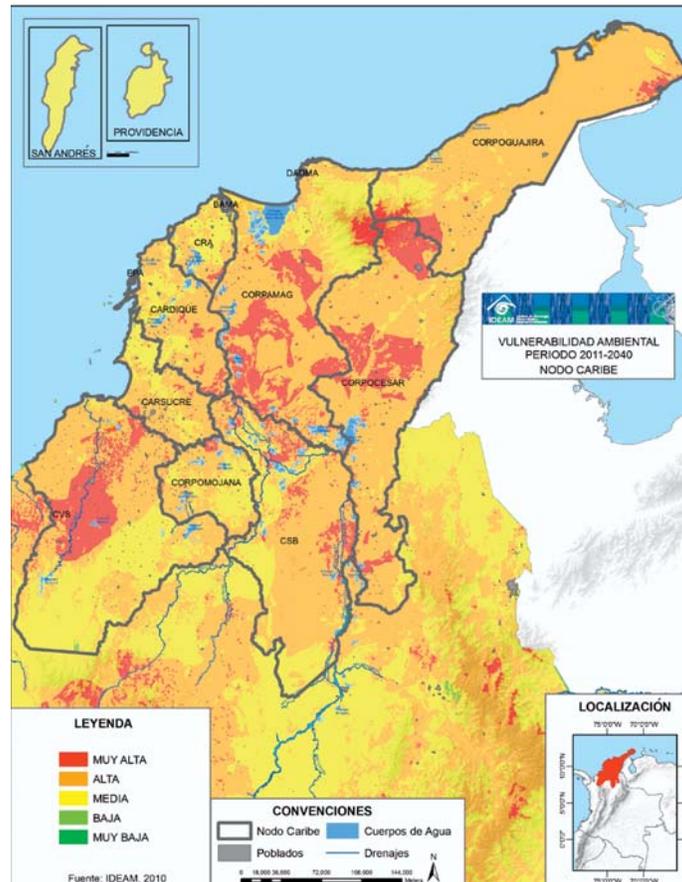
De otra parte, la vulnerabilidad en una categoría alta o muy alta se presentaría en más del 65% del área de CORPOCESAR, CORPOGUAJIRA, CORPAMAG CSB y CARDIQUE; en general, este nodo presenta una alta vulnerabilidad en todas sus jurisdicciones. (Figuras 4.85 y 4.86).

**Figura 4.83** Mapa índice de sensibilidad ambiental Nodo Caribe



Fotografía: Héctor Raul Pabón Méndez

**Figura 4.84** Mapa vulnerabilidad ambiental 2011-2040 Nodo Caribe

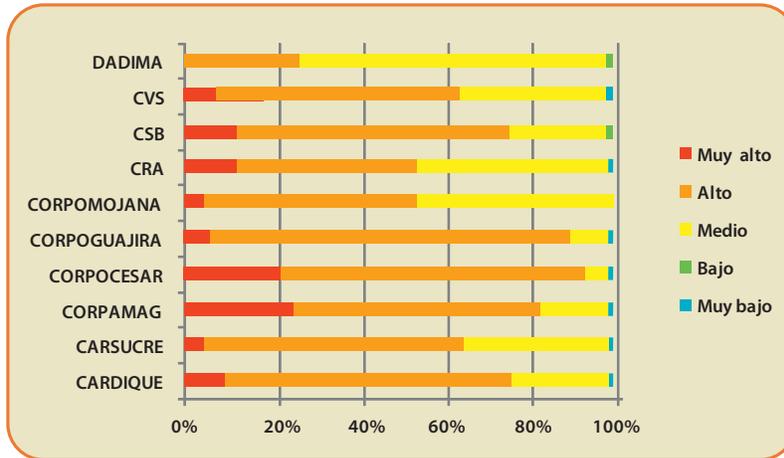


**Figura 4.85** Porcentaje del área por autoridad ambiental con el Índice de sensibilidad Ambiental Nodo Caribe





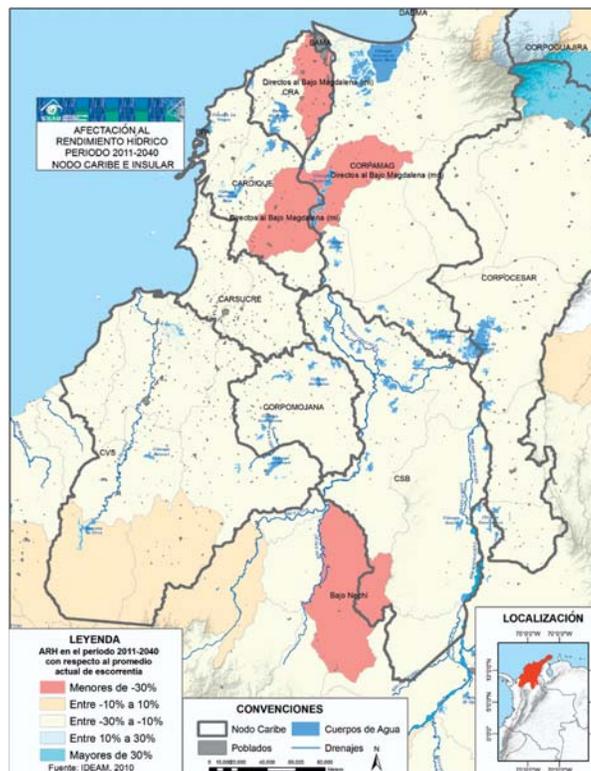
**Figura 4.86** Porcentaje del área por autoridad ambiental con la Vulnerabilidad Ambiental 2011-2040 Nodo Caribe



Las SZH con afectación al rendimiento hídrico son: Río Nechí ubicado en parte de la jurisdicción de la CSB y afluentes directos del río Magdalena distribuidos en las jurisdicciones de CARDIQUE, CRA y CORPAMAG (Fi-

gura 4.87). La ciudad de Barranquilla se ubica en una de las SZH donde la escorrentía anual podría tener una reducción mayor al 30%, lo que puede afectar la disponibilidad del recurso en algunas épocas del año.

**Figura 4.87** Mapa afectación al rendimiento hídrico 2011-2040 Nodo Caribe

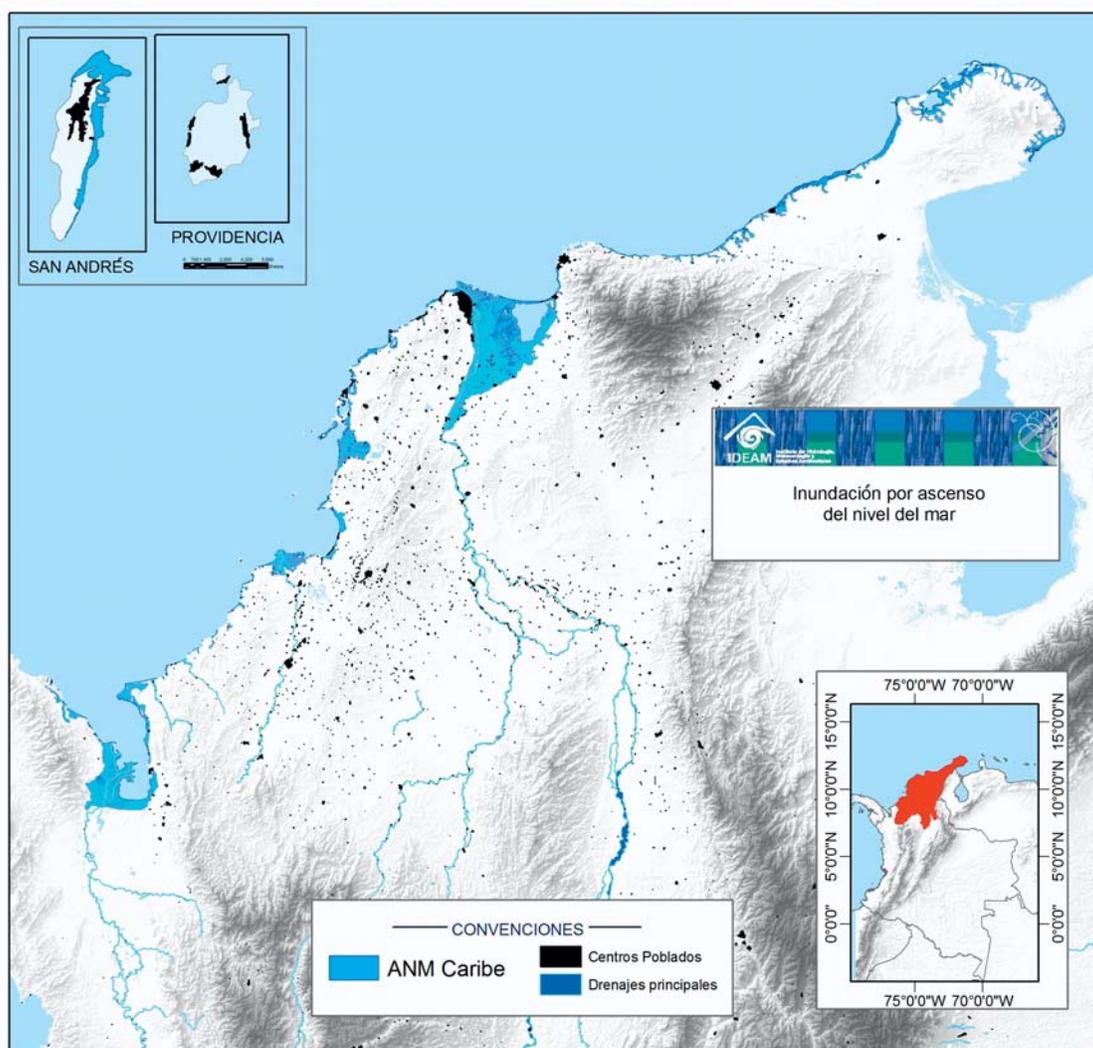


El ascenso del nivel del mar en el Nodo Caribe se aproxima a 3,5 mm/año, y podría afectar el 55% de la población asentada, en un 90% en las cabeceras municipales (IDEAM, 2010a). Los centros urbanos más poblados en las zonas de amenaza son: Cartagena, San Juan de Urabá, Turbo, Ponedera y Puerto Colombia (Figura 4.89). El sector industrial en Barranquilla y Cartagena muestra alta vulnerabilidad 75,3% y 99,7%, respectivamente. Para San Andrés se estima que la superficie inundable sería del 10%, afectando zonas urbanas y

el puerto de la isla, mientras para Providencia la inundación cubriría el 38%.

De acuerdo con lo representado en la Figura 4.89 se aprecia que menos del 15% del territorio del nodo tendrá afectaciones por inundaciones, con la excepción de la EPA donde la afectación por dicho fenómeno llega al 37%. La mayor extensión afectada por el ascenso del nivel del mar corresponde a CORPOMAG, con un poco más de 100.000 ha, es decir alrededor del 10% de su jurisdicción.

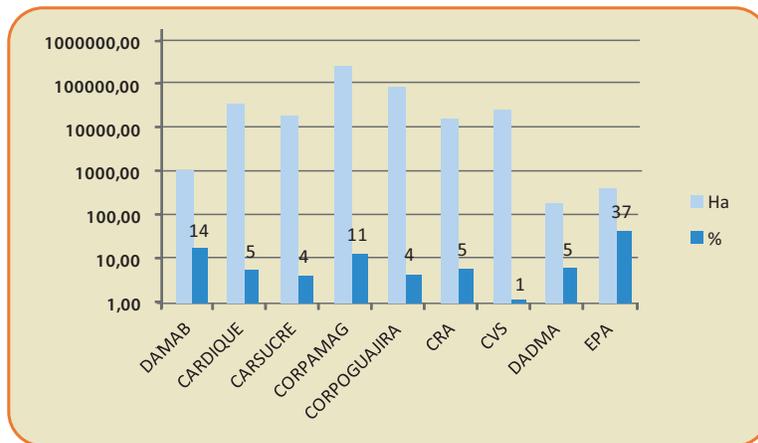
**Figura 4.88** Mapa ascenso del nivel del mar Nodo Caribe



(INVEMAR, 2003 en IDEAM et ál., 2010)



**Figura 4.89** Hectáreas y porcentaje del área inundable por ascenso del nivel del mar Nodo Caribe



(INVEMAR, 2003 en IDEAM, 2010a)

### Nodo norandino

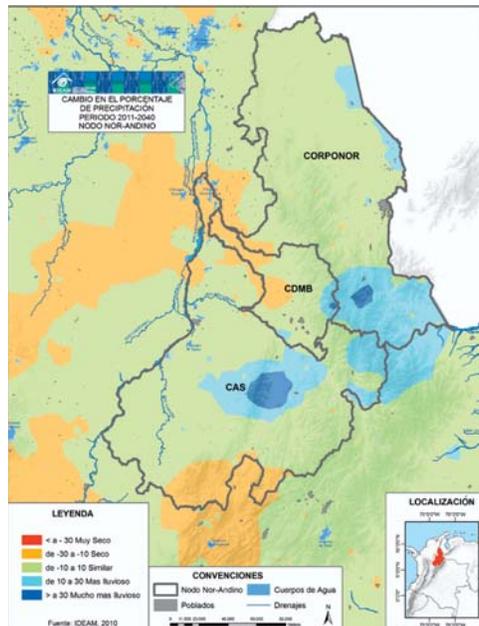
Está compuesto por: CAS, CDMB y CORPONOR.

- **Clima**

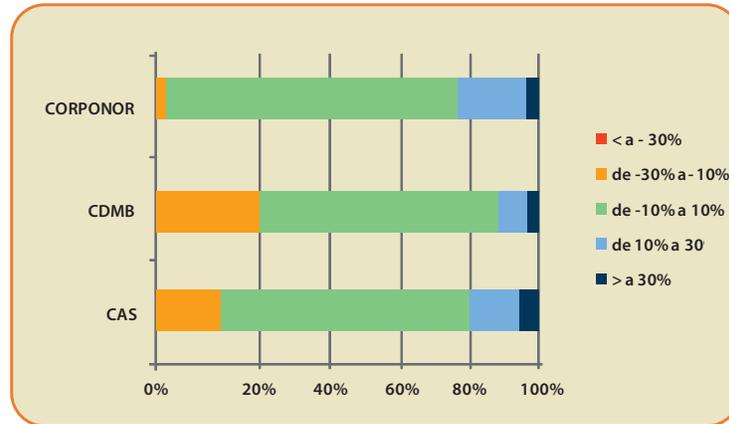
Las corporaciones con mayor porcentaje de área que presentan disminución de la precipi-

tación alrededor del -30% a -10%, son la CDMB y la CAS, sin embargo, se identifican zonas donde la precipitación aumentaría de un 10% a un 30%, para las jurisdicciones de estas corporaciones y CORPONOR (Figuras 4.90 y 4.91).

**Figura 4.90** Mapa cambio en la precipitación para el período 2011-2040 Nodo Norandino



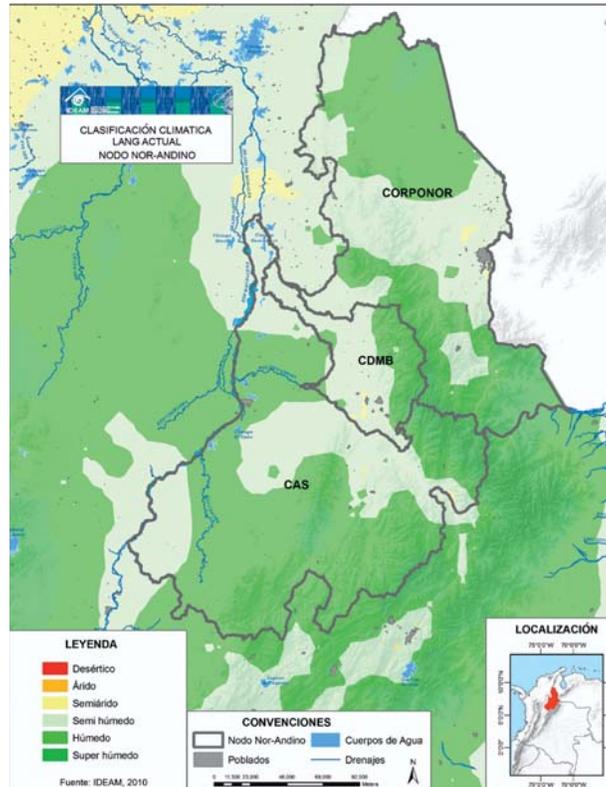
**Figura 4.91** Porcentaje del área por autoridad ambiental con el cambio en la precipitación 2011-2040 Nodo Norandino



El cambio a climas más secos en especial a climas semihúmedos y semiáridos se verá mayormente reflejado en el área de CDMB y CAS, que presentarán

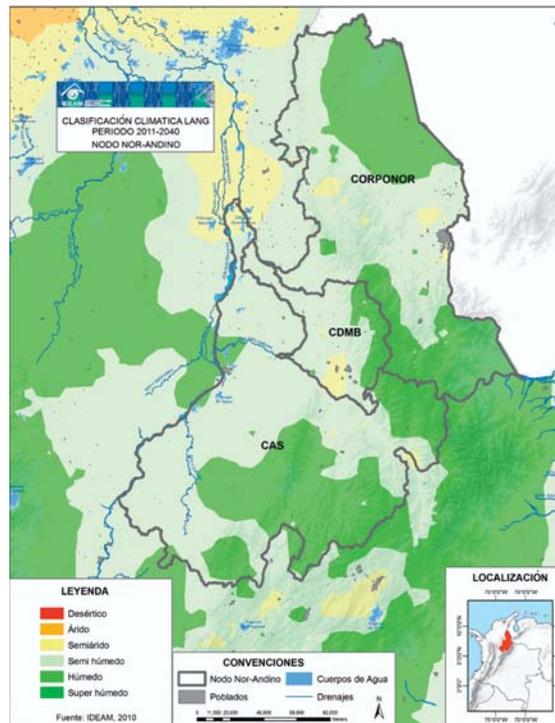
climas más secos en más del 40% de sus territorios para el período analizado (2011-2040) (Figuras 4.92, 4.93, 4.94 y 4.95).

**Figura 4.92** Mapa clasificación climática Lang actual Nodo Norandino

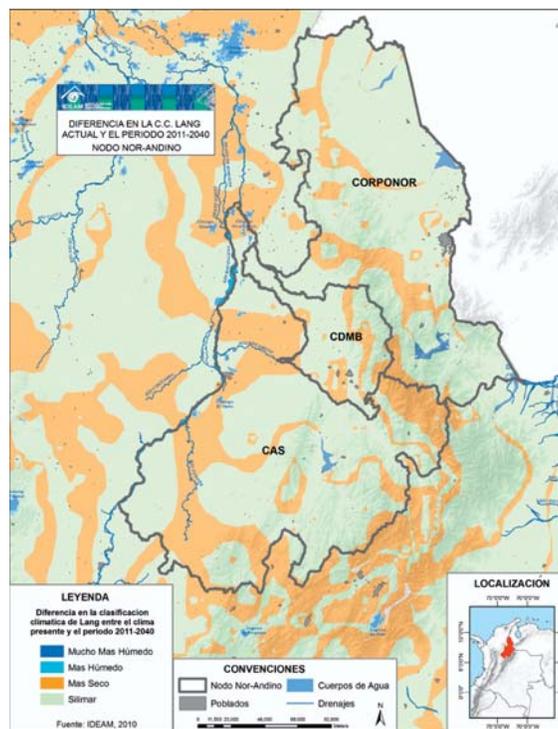




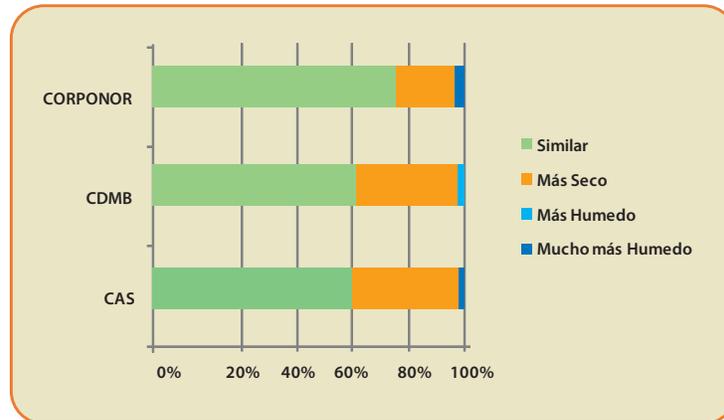
**Figura 4.93** Mapa clasificación climática Lang 2011-2040 Nodo Norandino



**Figura 4.94** Mapa diferencia de la clasificación climática Lang Nodo Norandino



**Figura 4.95** Porcentaje del área por autoridad ambiental con la diferencia de la clasificación climática Lang Nodo Norandino

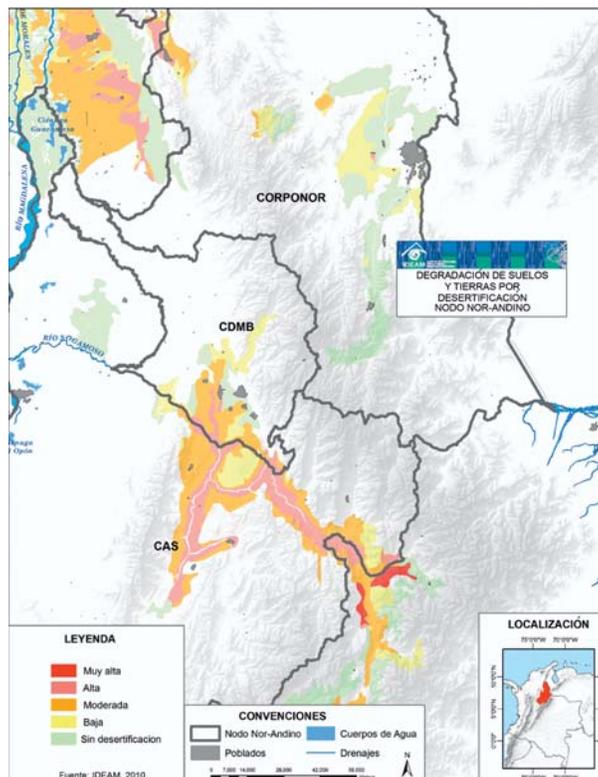


• **Desertificación**

La degradación de suelos y tierras por desertificación en este nodo, es principalmente moderada y

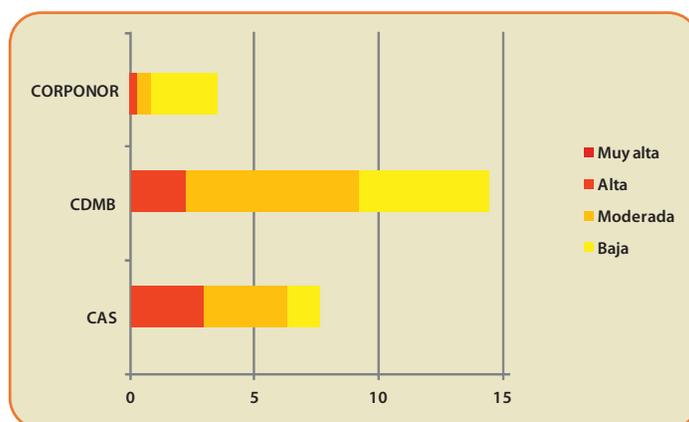
baja. En la CAS y en la CDMB también se presentan algunas áreas con niveles altos, menores al 5% de sus territorios, condición presentada en el cañón del Chicamocha (Figuras 4.96 y 4.97).

**Figura 4.96** Mapa desertificación Nodo Norandino





**Figura 4.97** Porcentaje del área por autoridad ambiental en desertificación Nodo Norandino

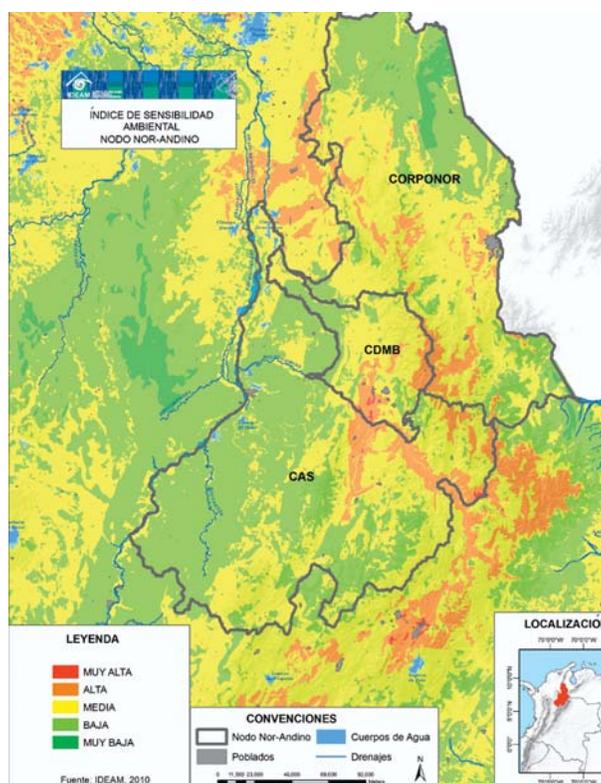


• **Vulnerabilidad**

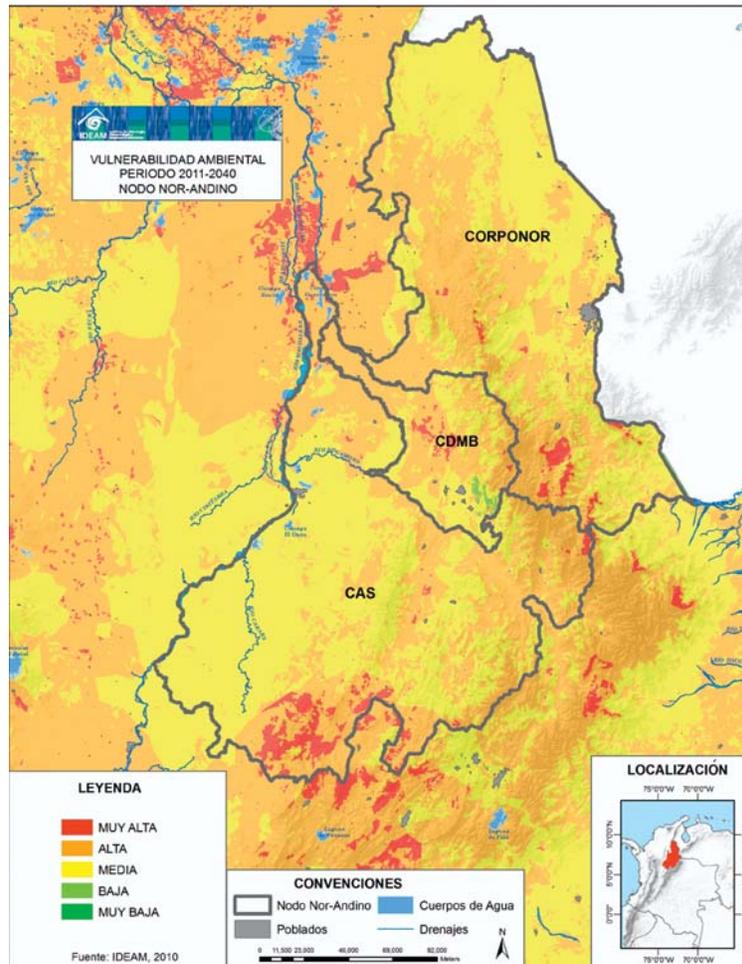
En general las corporaciones presentan sensibilidad moderada y baja (Figuras 4.98 y 4.99); sin embargo,

porciones significativas del territorio de este nodo se verán afectadas con altos niveles de vulnerabilidad, por ejemplo, la CDMB con un 59% de su territorio (Figuras 4.100 y 4.101).

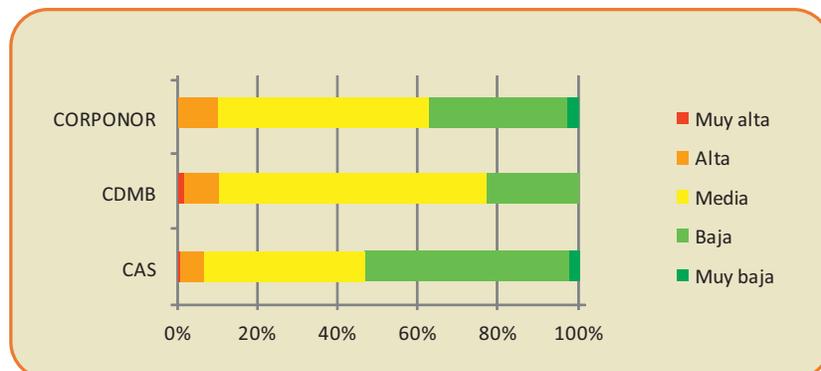
**Figura 4.98** Mapa Índice de sensibilidad ambiental Nodo Norandino



**Figura 4.99** Mapa vulnerabilidad ambiental 2011-2040 Nodo Norandino

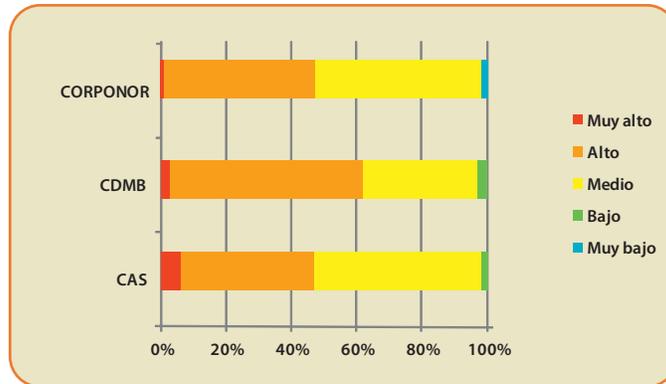


**Figura 4.100** Porcentaje del área por autoridad ambiental con el Índice de Sensibilidad Ambiental Nodo Norandino





**Figura 4.101** Porcentaje del área por autoridad ambiental con la Vulnerabilidad Ambiental 2011-2040 Nodo Norandino



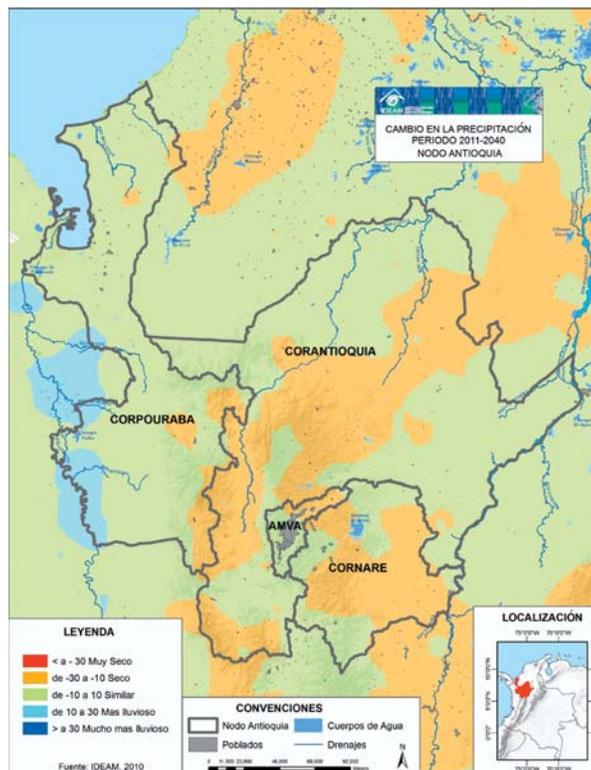
**Nodo Antioquia**

Está compuesto por las siguientes autoridades ambientales: CORANTIOQUIA, CORNARE y CORPOURABÁ; y la autoridad ambiental urbana de Medellín (AMVA).

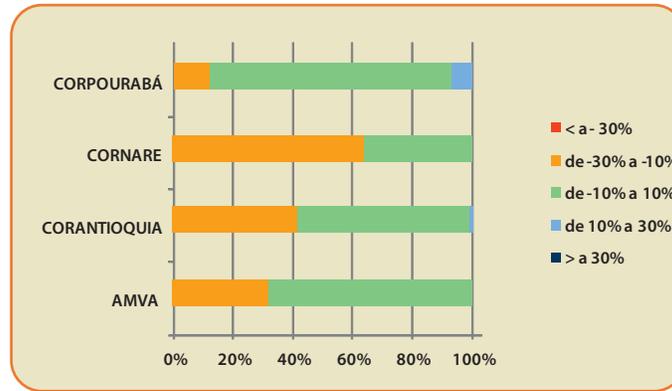
• **Clima**

En general la disminución de entre el -30% a -10% de la precipitación media anual en comparación con la normal climatológica (1971-2000), generaría condiciones más secas en más del 30% de los territorios de las corporaciones CORNARE Y CORANTIOQUIA ) (Figuras 4.102 y 4.103).

**Figura 4.102** Mapa cambio en la precipitación para el período 2011-2040 Nodo Antioquia



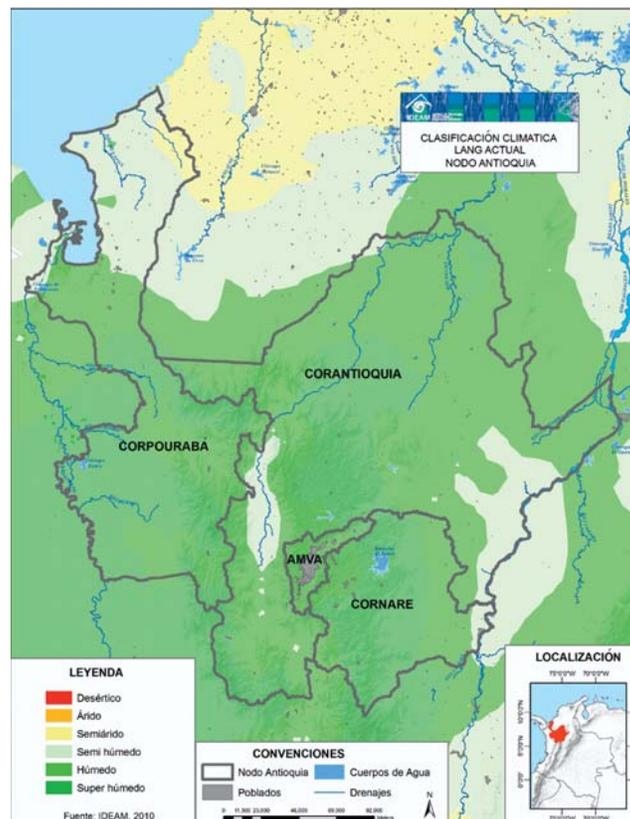
**Figura 4.103** Porcentaje del área por autoridad ambiental con el cambio en la precipitación 2011-2040 Nodo Antioquia



Según la relación de temperatura y precipitación, la diferencia entre la clasificación climática de Lang actual y predicha para el período 2011-2040, muestra que CORANTIOQUIA y AMVA presentarán más

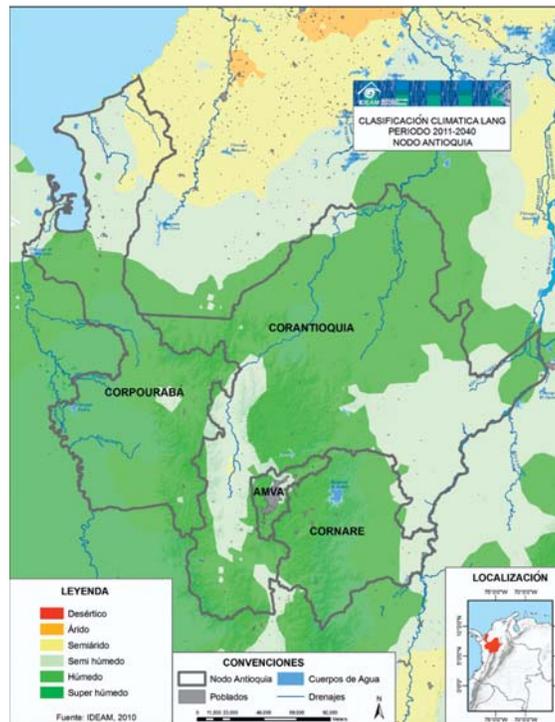
del 60% de sus áreas con tendencia a condiciones más secas, generando cambios, ya de superhúmedo a húmedos, o de húmedos a semihúmedos. (Figuras 4.104, 4.105, 4.106 y 4.107).

**Figura 4.104** Mapa clasificación climática Lang actual Nodo Antioquia

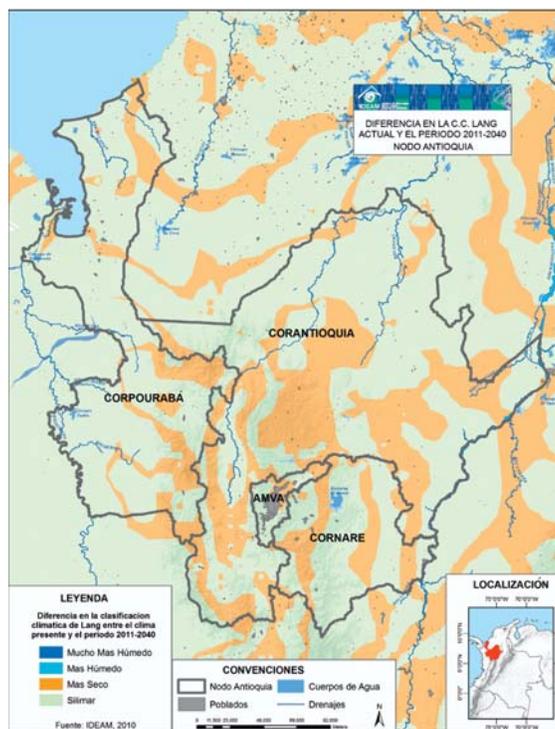




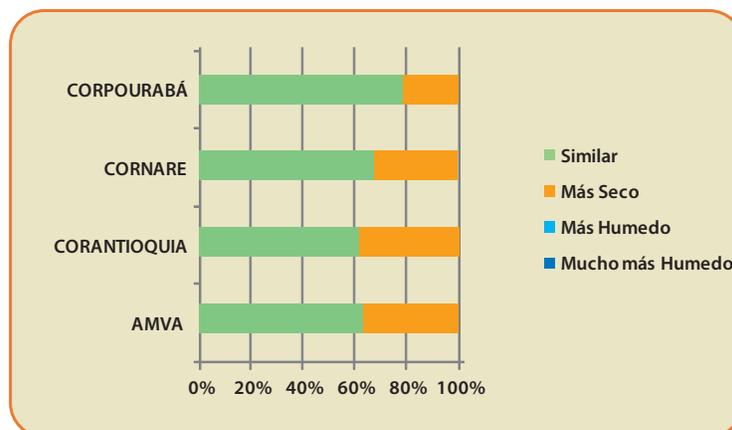
**Figura 4.105** Mapa clasificación climática Lang para el período 2011-2040 Nodo Antioquia



**Figura 4.106** Mapa diferencia de la clasificación climática Lang Nodo Antioquia



**Figura 4.107** Porcentaje del área por autoridad ambiental con la diferencia de la clasificación climática Lang Nodo Antioquia



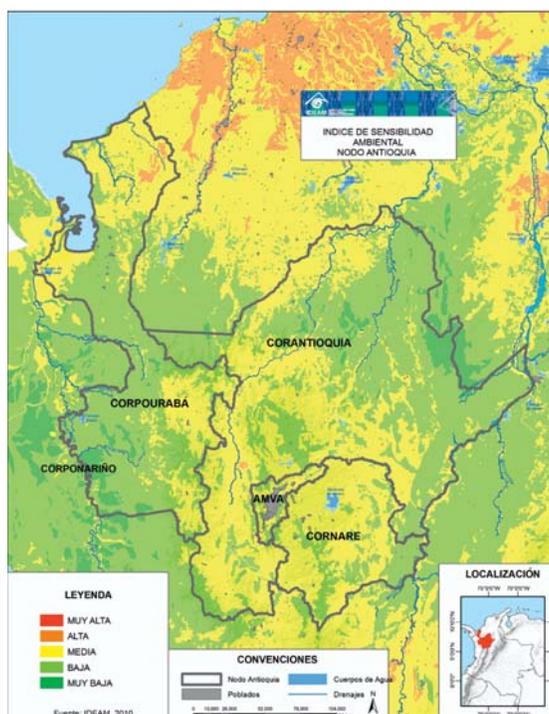
• **Vulnerabilidad**

La sensibilidad ambiental de este nodo es principalmente media y baja, lo que demuestra que los ecosistemas presentan relativamente buenas condiciones para hacer frente al cambio climático (Figuras 4.108 y 4.109); sin embargo, al tener en cuenta la capacidad de adaptación socioeconómica, institu-

cional y técnica de este territorio, es claro que todas las jurisdicciones del nodo presentan alto grado de vulnerabilidad en más del 20% de sus territorios. (Figuras 4.110 y 4.111)

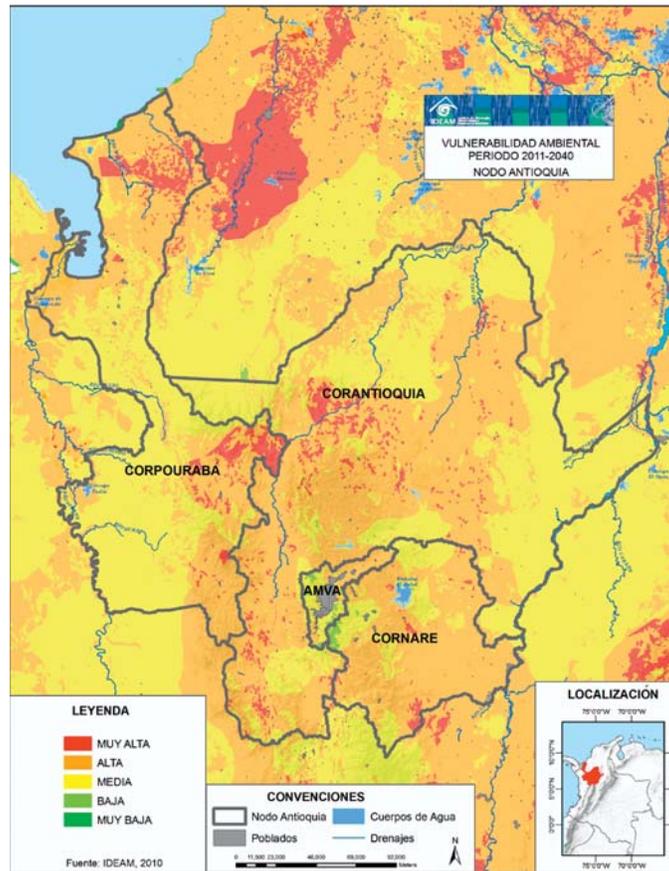
Las mayores áreas vulnerables se presentan en su orden en CORNARE (73%), CORANTIOQUIA (56%) y CORPOURABÁ (46%).

**Figura 4.108** Mapa índice de sensibilidad ambiental Nodo Antioquia

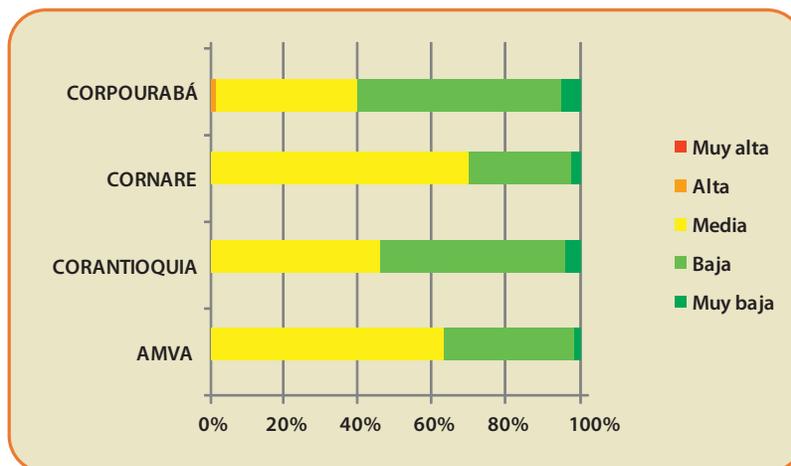




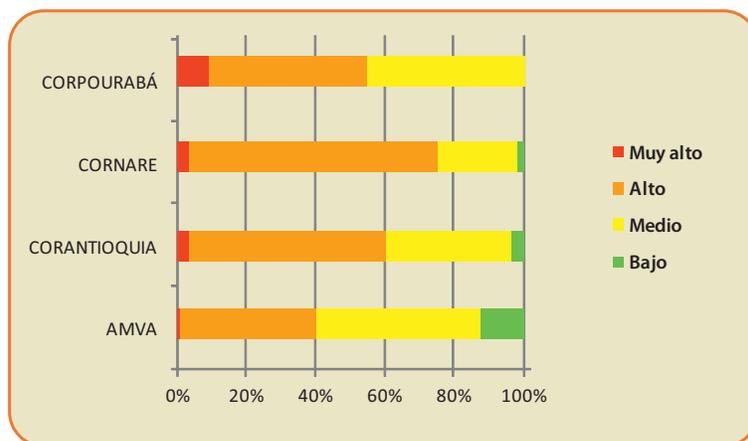
**Figura 4.109** Mapa vulnerabilidad ambiental período 2011-2040 Nodo Antioquia



**Figura 4.110** Porcentaje del área por autoridad ambiental con el Índice de Sensibilidad Ambiental Nudo Antioquia



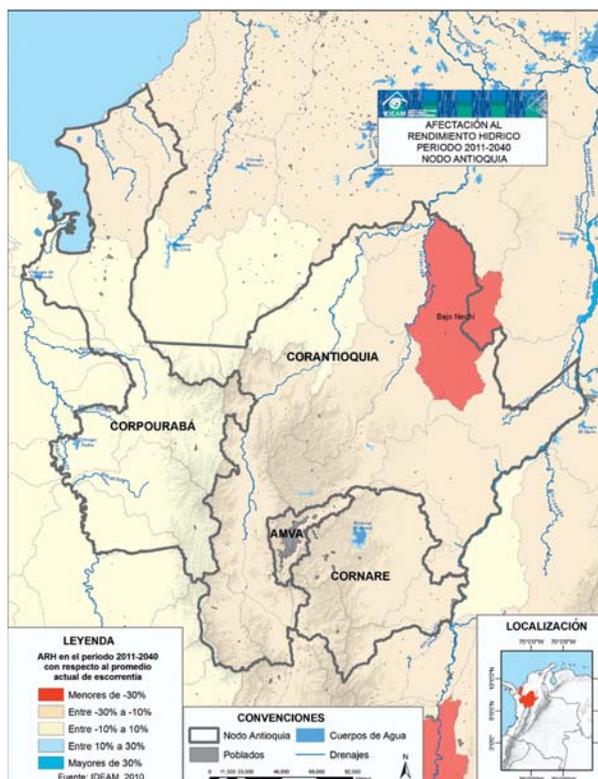
**Figura 4.111** Porcentaje del área por autoridad ambiental con la Vulnerabilidad Ambiental 2011-2040 Nodo Antioquia



Las SZH con alta afectación al rendimiento hídrico en el Nodo Antioquia son: Alto Nechí, río Porce y el río San Juan en las zonas hidrográficas Cauca y Caribe-Urabá,

además de los afluentes directos al Cauca en la parte media baja de la cuenca; principalmente en jurisdicción de CORANTIOQUIA (Figura 4.112).

**Figura 4.112** Afectación al rendimiento hídrico período 2011-2040 Nodo Antioquia





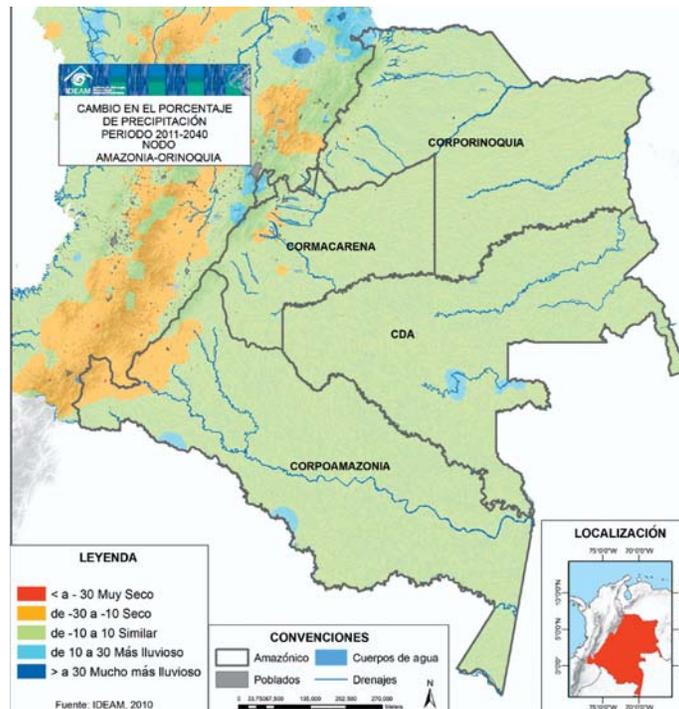
### Nodo Amazonía y Orinoquía

Está compuesto por las siguientes autoridades ambientales: CORPOAMAZONÍA, CDA, CORPORINOQUÍA Y CORMACARENA.

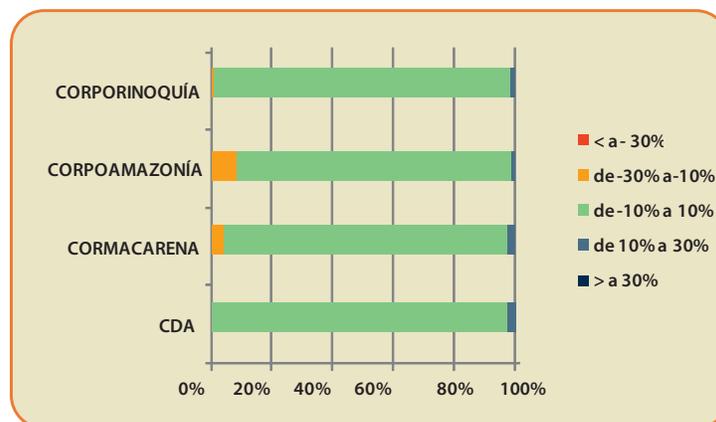
#### • Clima

En la Figuras 4.113 y 4.114, se muestra que la mayor parte de este nodo y sus corporaciones, no presentarán cambios significativos, con respecto a la precipitación media anual actual (una variación de entre -10% y 10%), para el período 2011-2040.

**Figura 4.113** Mapa cambio en la precipitación para el período 2011-2040 Nodo Amazonía-Orinoquía



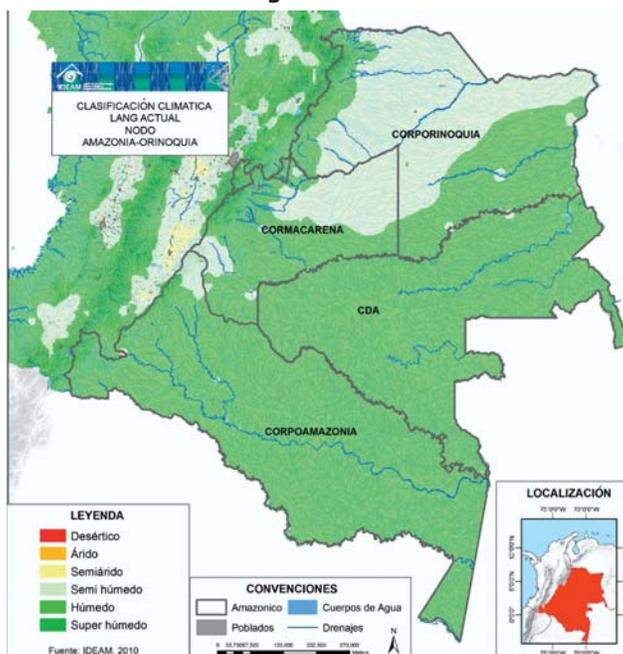
**Figura 4.114** Porcentaje del área por autoridad ambiental con el cambio en la precipitación 2011-2040



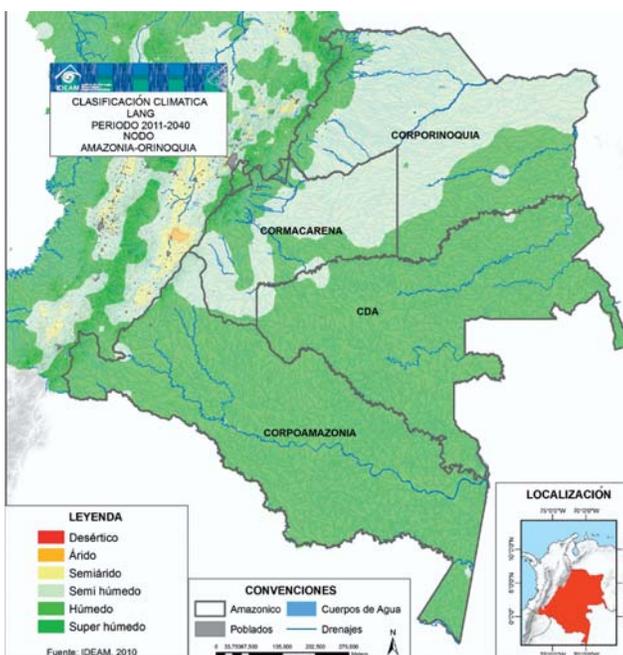
En CORMACARENA el 26% del territorio presentará un cambio significativo del clima a más seco, con mayor temperatura y menor precipitación (Figuras 4.115 y 4.116). Los climas semihúmedos presentes

actualmente, principalmente en la Orinoquía, tendrán a ampliarse reemplazando aquellos anteriormente húmedos, aunque en una proporción no muy amplia. (Figuras 4.117 y 4.118).

**Figura 4.115** Mapa clasificación climática Lang actual Nodo Amazonía-Orinoquía

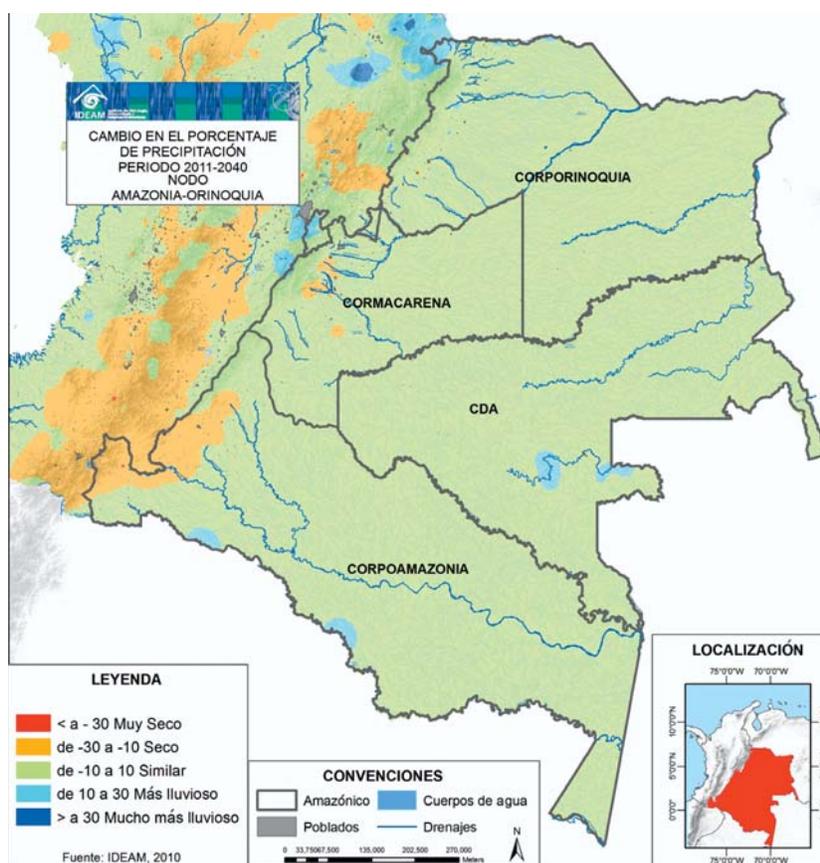


**Figura 4.116** Mapa clasificación climática Lang 2011-2040 Nodo Amazonía-Orinoquía

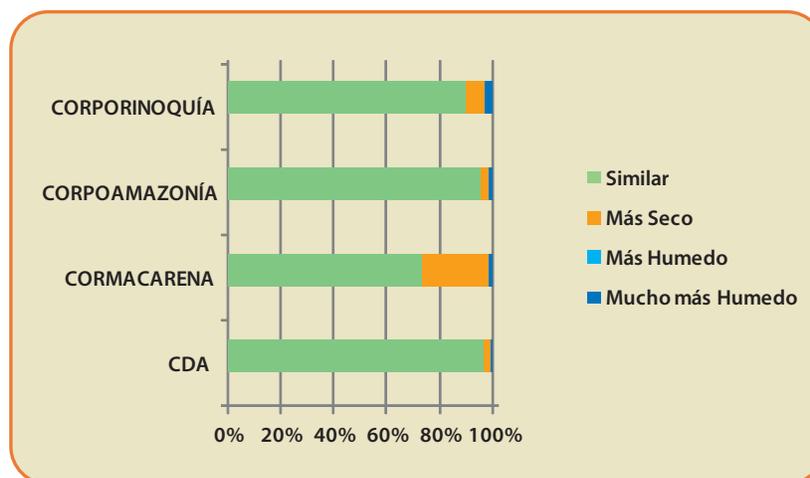




**Figura 4.117** Mapa diferencia de la clasificación climática Lang Nudo Amazonía-Orinoquía



**Figura 4.118** Porcentaje del área por autoridad ambiental con la diferencia de la clasificación climática Nudo Amazonía-Orinoquía

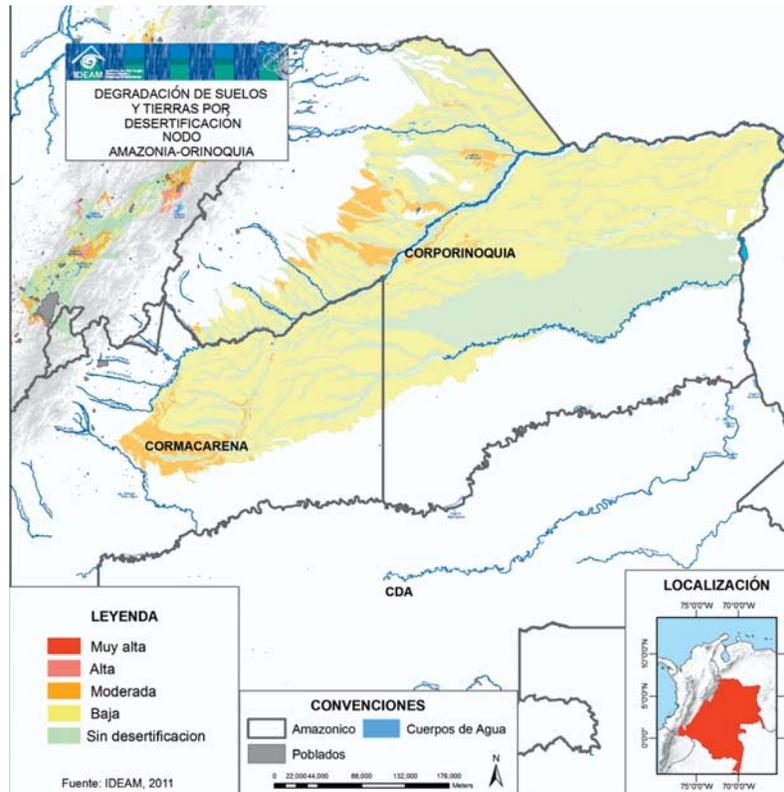


• **Desertificación**

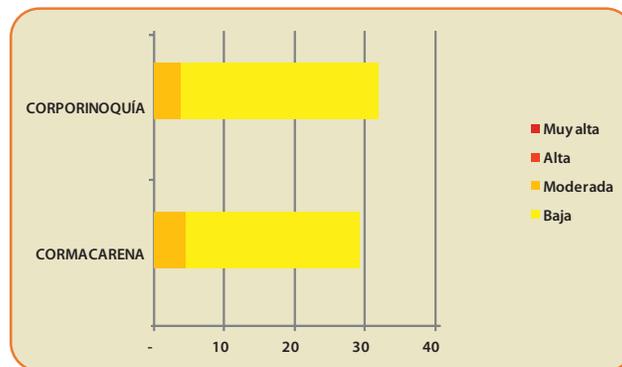
El fenómeno de desertificación se presenta con niveles bajo y moderado en algunas zonas de la

Orinoquía, las corporaciones que en este caso presentan tales condiciones dentro del nodo son CORPORINOQUÍA Y CORMACARENA (Figuras 4.119 y 4.120).

**Figura 4.119** Mapa desertificación Nodo Amazonía-Orinoquía



**Figura 4.120** Porcentaje del área por autoridad ambiental en desertificación Nodo Amazonía-Orinoquía



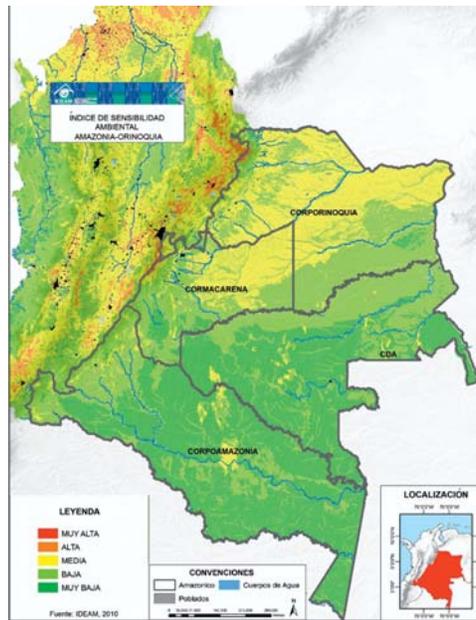


• **Vulnerabilidad**

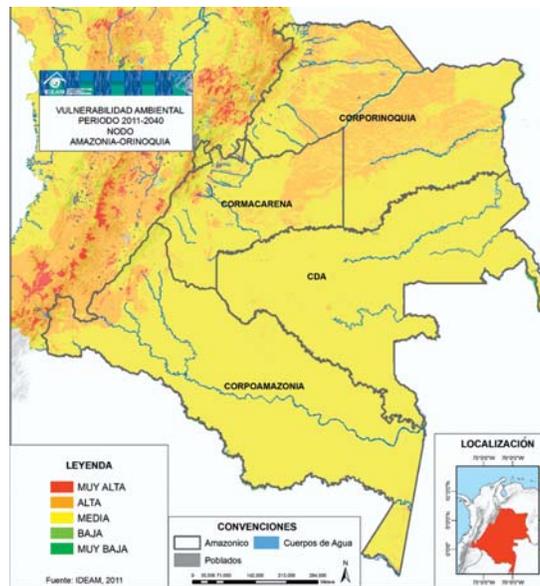
Como es evidente (Figuras 4.121 y Figura 4.122), la resiliencia de los ecosistemas de la región amazónica es bastante buena si se nota la predominancia de sensibilidad muy baja y baja en este territorio, lo que conlleva a una vulnerabilidad media, al incluir la capacidad de adaptación. (Figuras 4.123 y 4.124)

Los ecosistemas en la región de la Orinoquía presentan un grado medio de sensibilidad de sus ecosistemas al cambio climático, resultando en grados altos de vulnerabilidad de algunas zonas. Así, CORMACARENA y CORORINOQUÍA presentan un 28% y un 48% de su área en grado alto de vulnerabilidad, respectivamente.

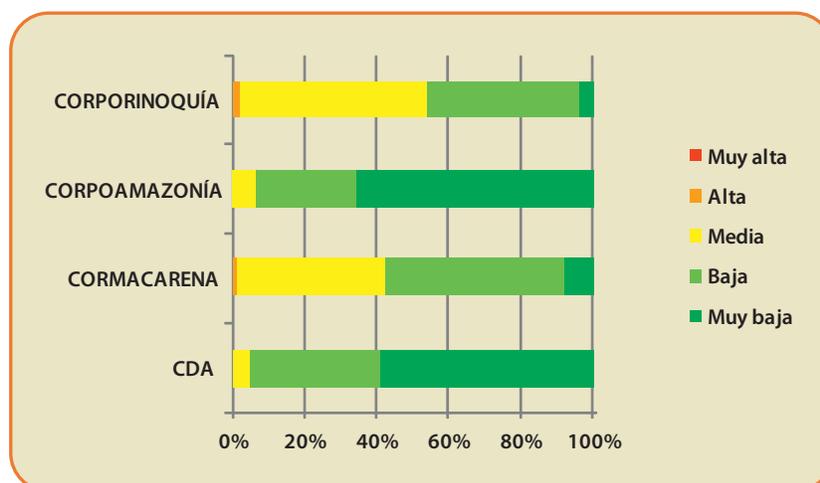
**Figura 4.121** Mapa índice de sensibilidad ambiental Nodo Amazonía-Orinoquía



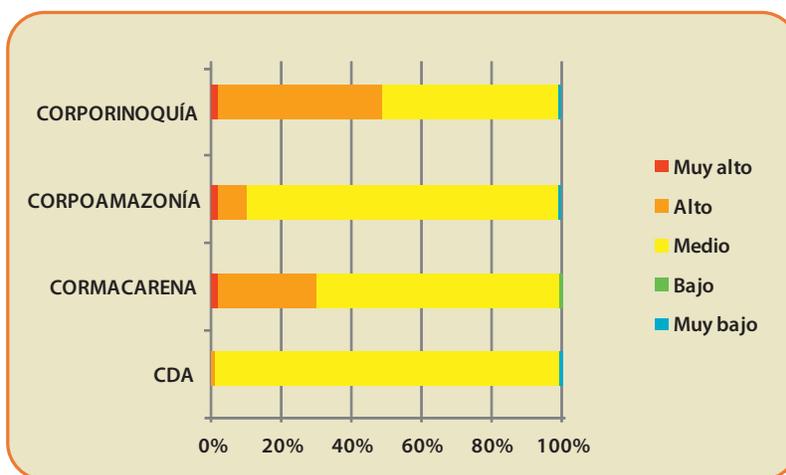
**Figura 4.122** Mapa vulnerabilidad ambiental 2011-2040 Nodo Amazonía-Orinoquía



**Figura 4.123** Porcentaje del área por autoridad ambiental con el Índice de Sensibilidad Ambiental  
Nodo Amazonía-Orinoquía



**Figura 4.124** Porcentaje del área por autoridad ambiental con la Vulnerabilidad Ambiental 2011-2040  
Nodo Amazonía-Orinoquía



## Nodo Pacífico

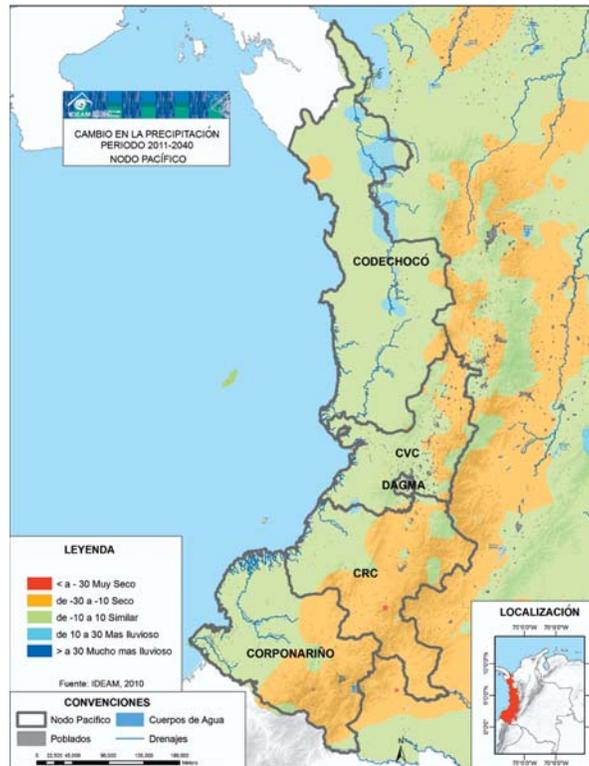
Este nodo está compuesto por las autoridades ambientales del occidente del país: CORPONARIÑO, CODECHOCÓ, CRC y CVC y la autoridad ambiental urbana DAGMA (Cali).

## • Clima

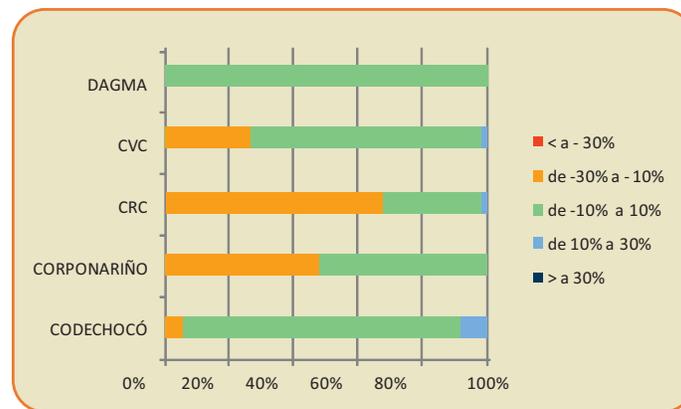
Las autoridades con más del 40% de su área afectada por la disminución de la precipitación media anual de entre -30% a -10% para el período 2011-2040 con respecto al promedio actual, son la CRC y Corponariño (Figuras 4.125 y 4.126).



**Figura 4.125** Mapa cambio en la precipitación para el período 2011-2040 Nodo Pacífico



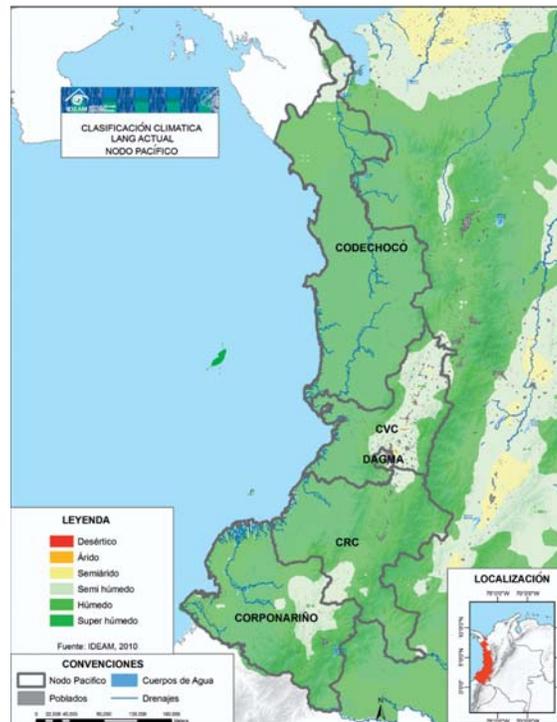
**Figura 4.126** Porcentaje del área por autoridad ambiental con el cambio en la precipitación 2011-2040 Nodo Pacífico



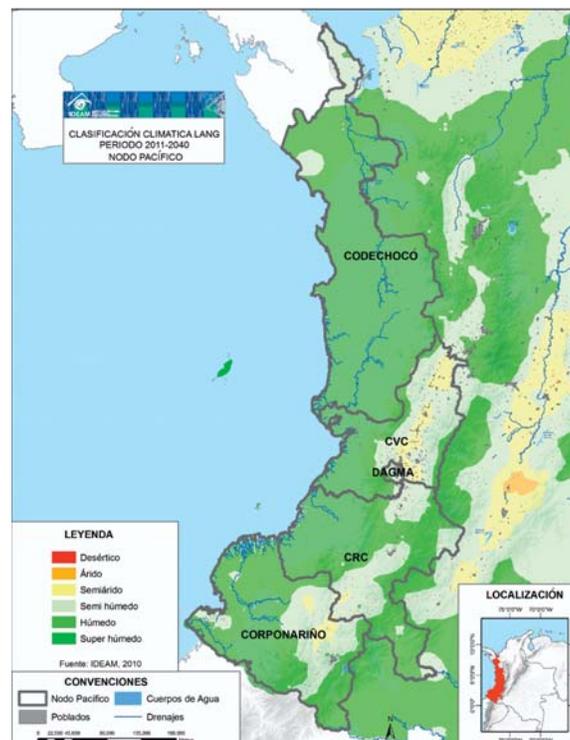
Según el índice de Lang, CORPONARIÑO y CRC son las autoridades ambientales que tendrán cambios más significativos en el clima, pasando a climas semihúmedos por la disminución del área en clima húmedo (Figuras 4.127 y 4.128). Alrededor del 90%

del territorio de CODECHOCÓ presentará condiciones climáticas similares a las actuales, mientras que las áreas del resto de corporaciones del nodo cambiarán a climas más secos en alrededor del 25% y el 45% de sus territorios (Figuras 4.129 y 4.130).

**Figura 4.127** Mapa clasificación climática Lang actual Nodo Pacífico

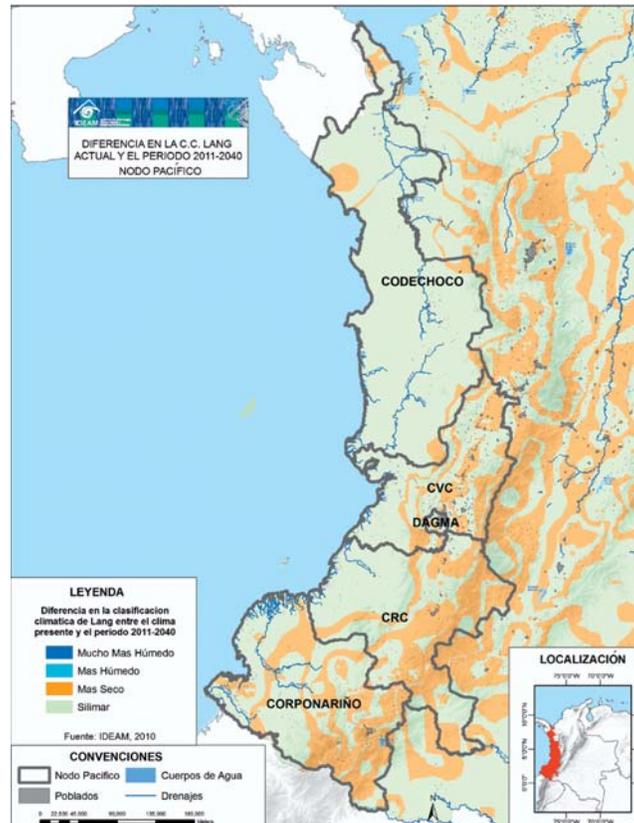


**Figura 4.128** Mapa clasificación climática Lang 2011-2040 Nodo Pacífico

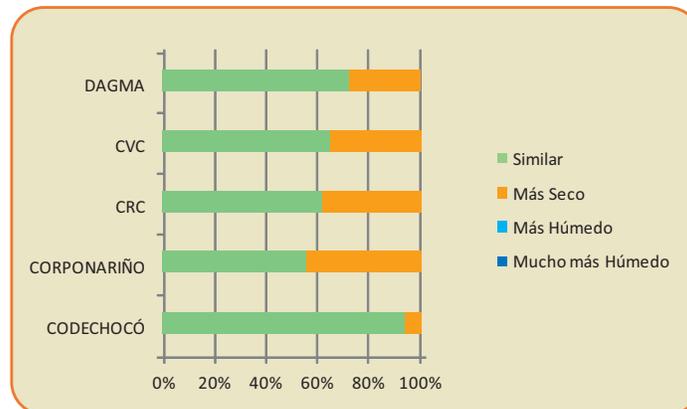




**Figura 4.129** Mapa Diferencia de la clasificación climática Lang Nodo Pacífico



**Figura 4.130** Porcentaje del área por autoridad ambiental con la diferencia de la clasificación climática Lang Nodo Pacífico

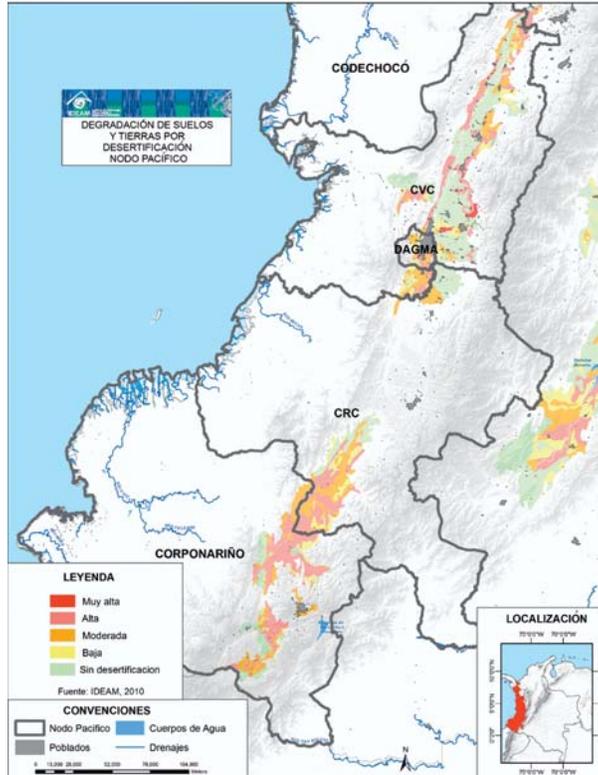


• **Desertificación**

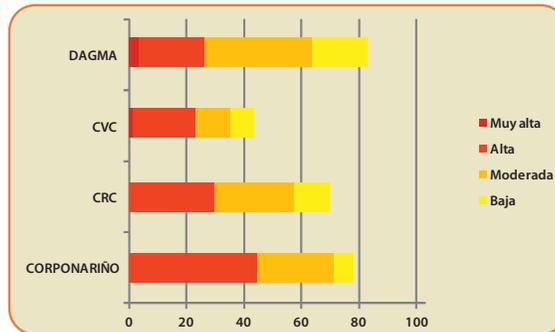
CORPONARIÑO presenta alrededor del 40% de su área con altos niveles de desertificación, seguida

de la CRC (Figuras 4.131 y 4.132). En la Figura 4.131 se evidencian las bien conocidas zonas del valle de Patía y del valle del Cauca con su respectiva desertificación.

**Figura 4.131 Mapa desertificación Nodo Pacífico**



**Figura 4.132 Porcentaje del área por autoridad ambiental en desertificación Nodo Pacífico**



**• Vulnerabilidad**

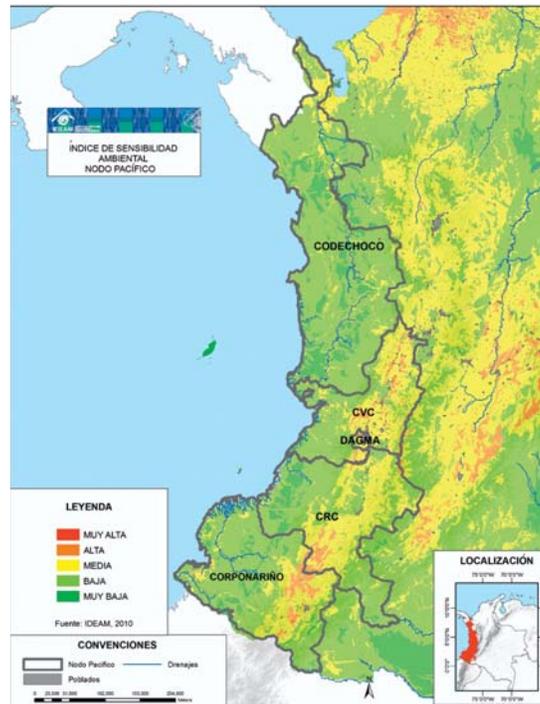
En la mayor parte del área de este nodo se presenta baja sensibilidad al cambio climático, principalmente hacia la costa dadas las características de conservación que presentan sus ecosistemas a diferencia de las condiciones de la zona andina. Hacia la zona de la cordillera occidental, en las jurisdicciones de la

CVC, CRC y CORPONARIÑO se evidencia una sensibilidad moderada y alta. (Figuras 4.133 y 4.134)

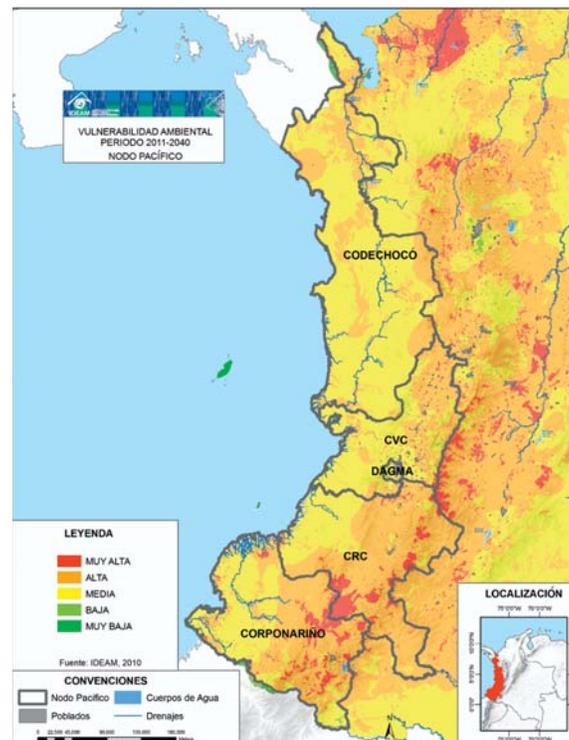
Al incorporar la capacidad de adaptación que tienen estos territorios, se hace evidente que la vulnerabilidad es alta en las áreas montañosas, alrededor de un 70% en la CRC y 50% en CORPONARIÑO. (Figuras 4.135 y 4.136).



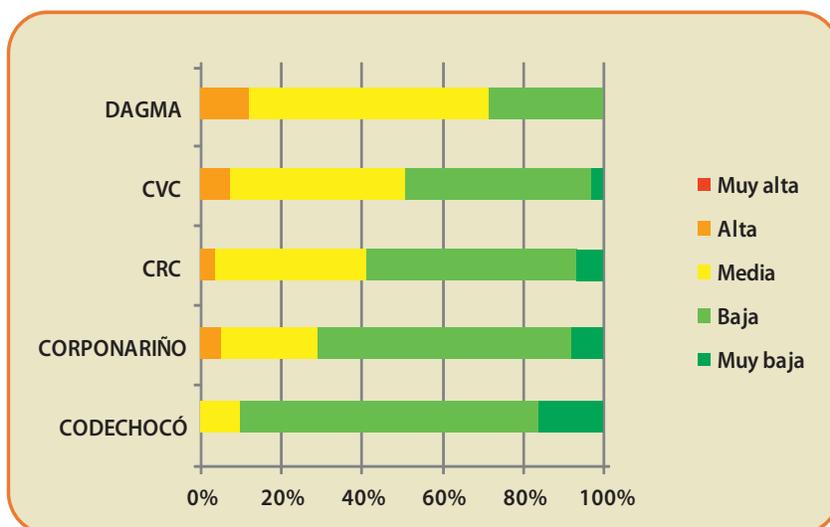
**Figura 4.133** Mapa índice de sensibilidad ambiental Nodo Pacífico



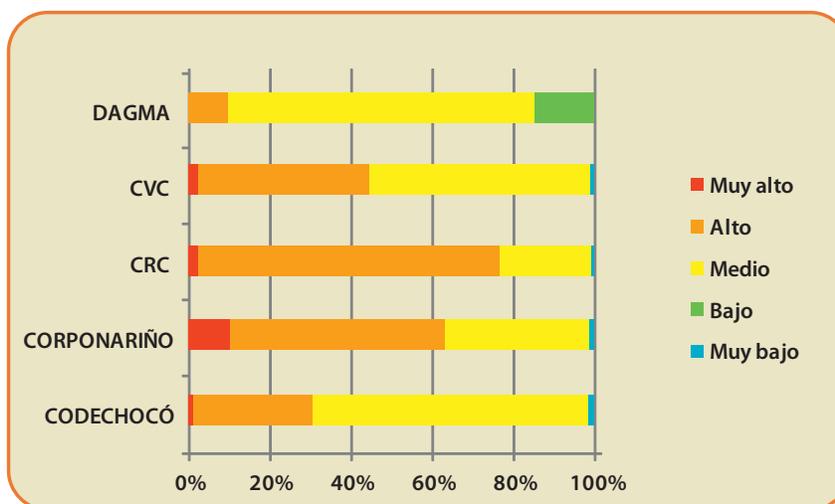
**Figura 4.134** Mapa vulnerabilidad ambiental 2011-2040 Nodo Pacífico



**Figura 4.135** Porcentaje del área por autoridad ambiental con el Índice de sensibilidad Ambiental Nodo Pacífico



**Figura 4.136** Porcentaje del área por autoridad ambiental con la Vulnerabilidad Ambiental 2011-2040 Nodo Pacífico

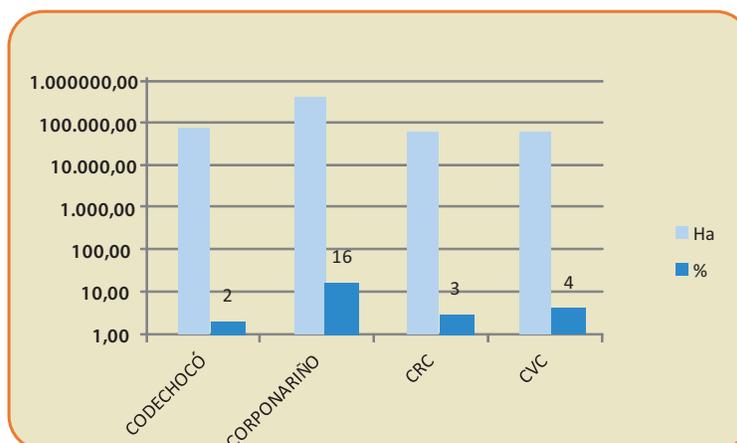


Las SZH donde la afectación al rendimiento hídrico es alta pertenecen a la jurisdicción de la CVC son la SZH del río Guadalajara y el río Paila. Las SZH del río Quinamayo, río Palo, río Ovejas, río Piendamó, Alto río Cauca y río Guachicono pertenecen a la jurisdicción

de la CRC, así también las SZH del río Mayo y Juananbú de CORPONARIÑO. Las tres últimas SZH pertenecen a la zona hidrográfica del Patía, las restantes hacen parte de la zona hidrográfica del río Cauca. (Figura 4.137).



**Figura 4.139** Ascenso del nivel del mar en el Nodo Pacífico



### Nodo Eje Cafetero

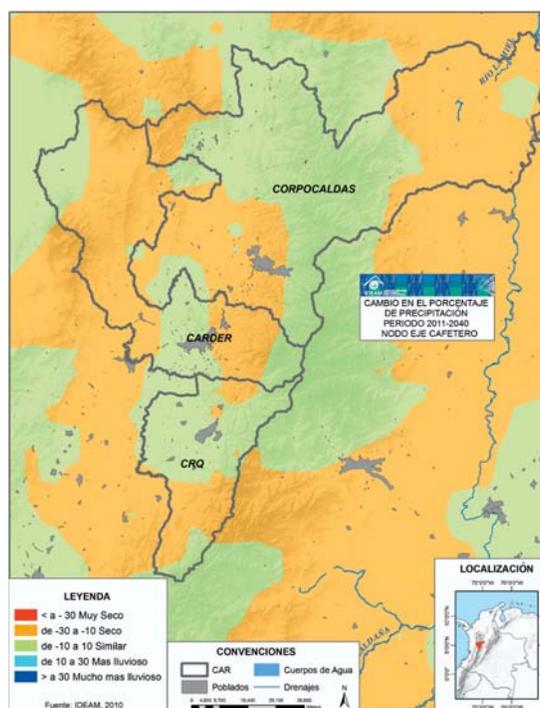
Este nodo está compuesto por las siguientes autoridades ambientales: CORPOCALDAS, CARDER y CRQ.

#### • Clima

Los cambios más significativos de precipitación media anual (-30% a -10%) para el período 2011-

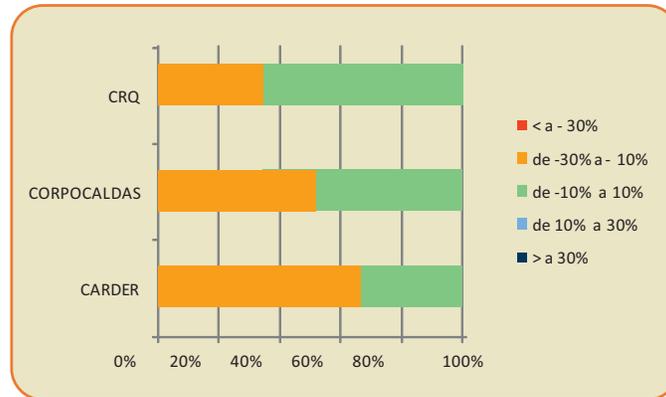
2040, con relación a la actual, se presentarán en alrededor del 40% y el 60% de CARDER y CORPOCALDAS. Más de la mitad del territorio de la CRQ mantendrá las condiciones actuales de lluvia, con variaciones muy leves (entre 10% y -10%) (Figuras 4.140 y 4.141).

**Figura 4.140** Mapa cambio en la precipitación para el período 2011-2040 Nodo Eje Cafetero



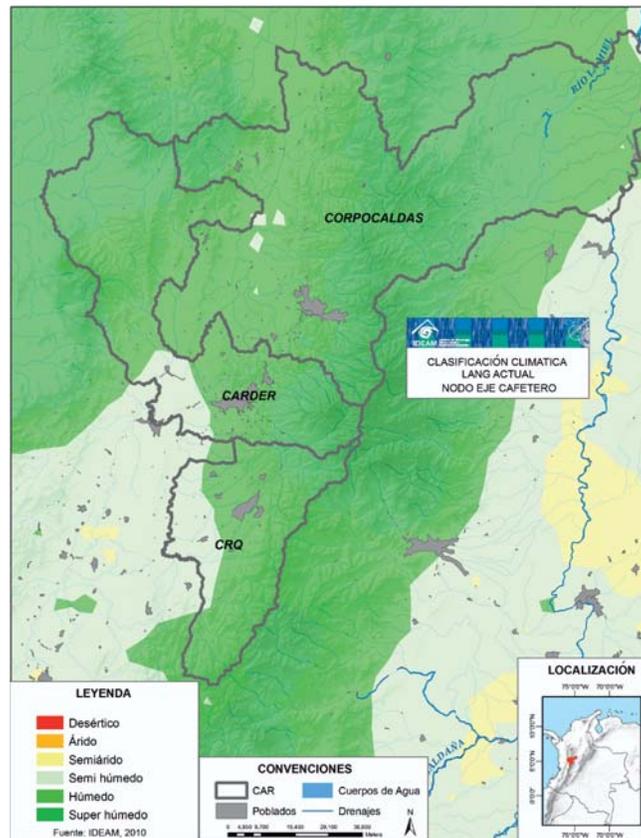


**Figura 4.141** Porcentaje del área por autoridad ambiental con el cambio en la precipitación 2011-2040 Nodo Eje Cafetero

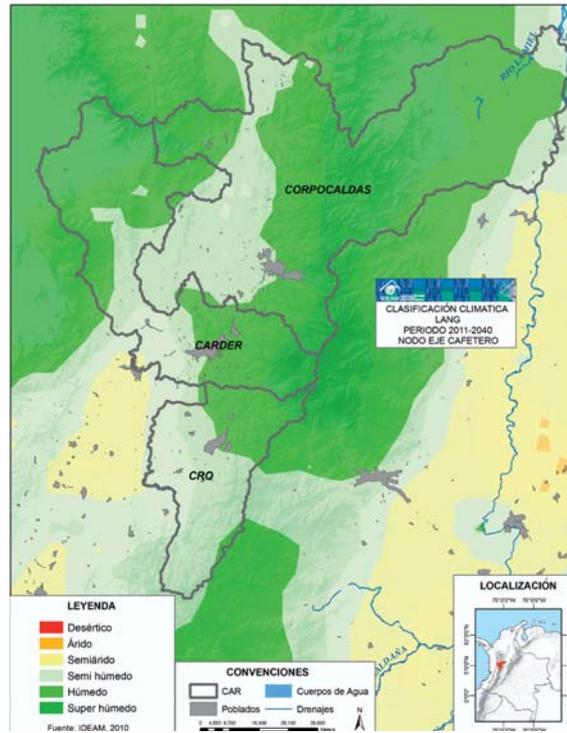


Como se puede apreciar en la Figuras 4.142 y 4.143, en este nodo los climas muy húmedos y húmedos se reducirán para el período 2011-2040, dando paso a la ampliación de climas semi-húmedos y semiáridos. Más del 50% del territorio de CORPOCALDAS y de CRQ tendrán un clima más seco con relación al actual. (Figuras 4.144 y 4.145).

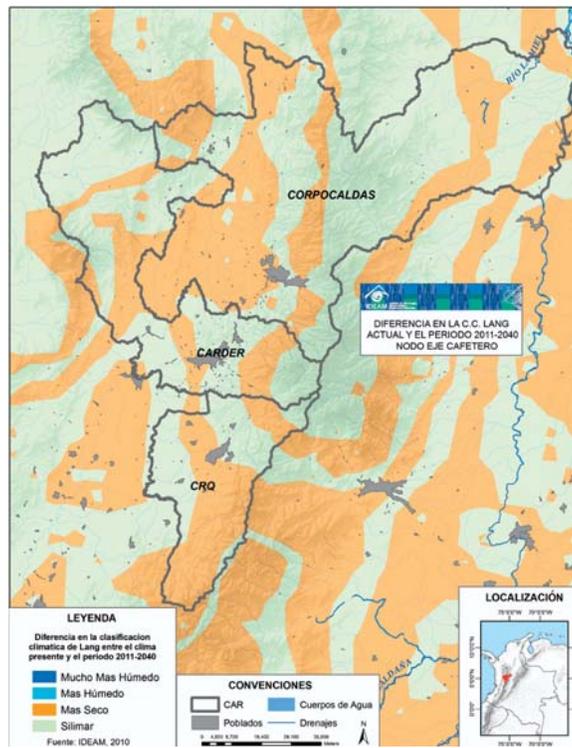
**Figura 4.142** Mapa clasificación climática Lang actual Nodo Eje Cafetero



**Figura 4.143** Mapa clasificación climática Lang 2011-2040 Nodo Eje Cafetero

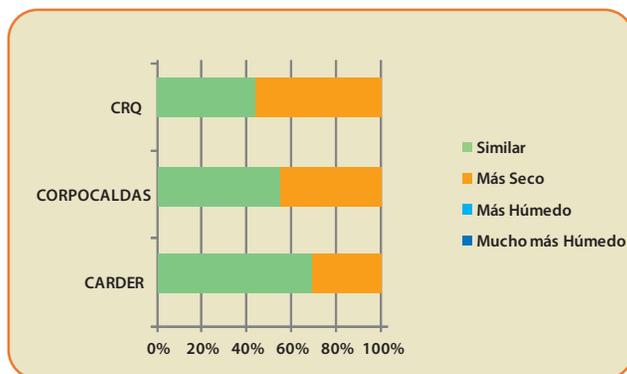


**Figura 4.144** Mapa diferencia de la clasificación climática Lang Nodo Eje Cafetero





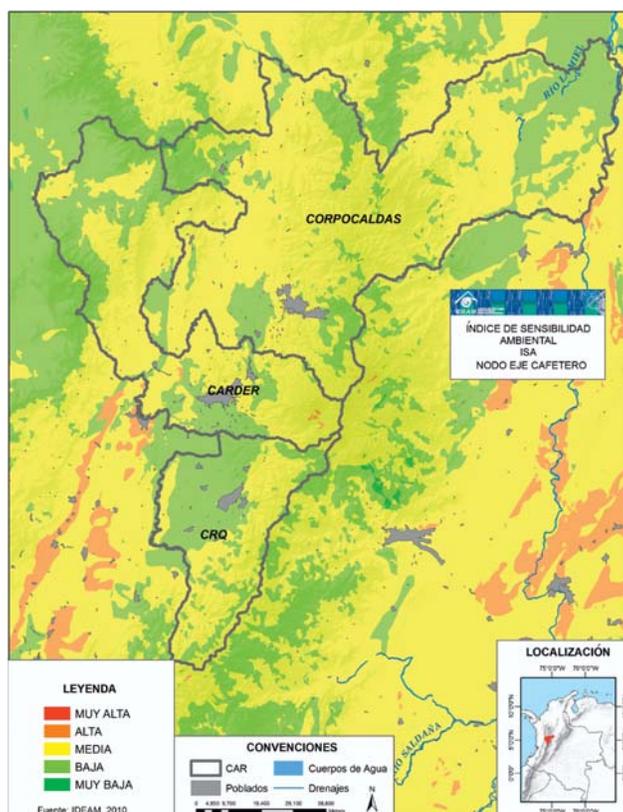
**Figura 4.145** Porcentaje del área por autoridad ambiental con la diferencia de la clasificación climática Lang Nudo Eje Cafetero



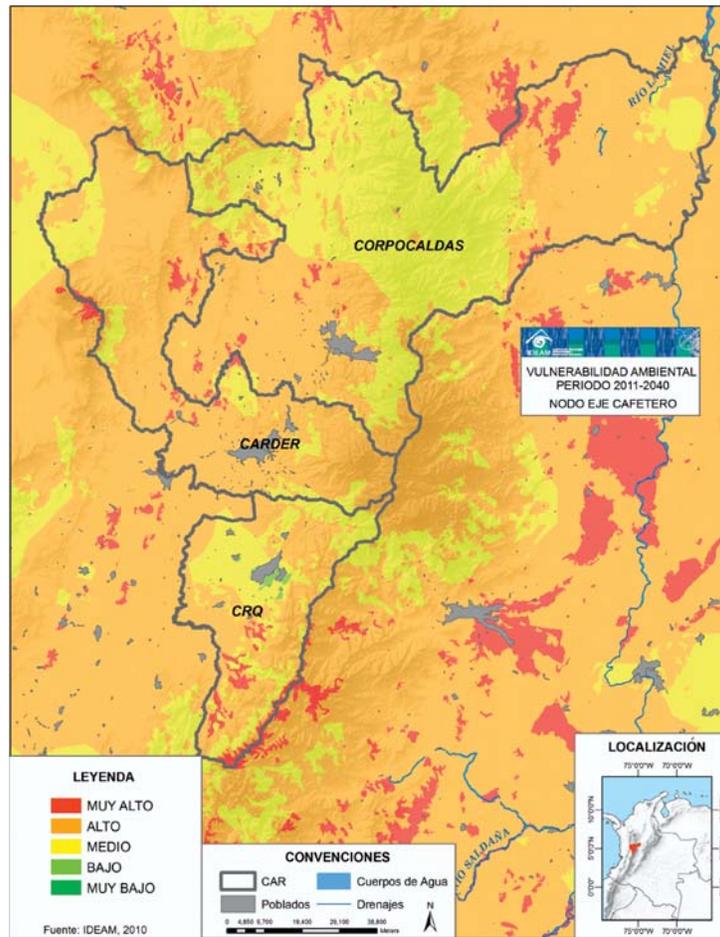
Como se puede apreciar en el índice de sensibilidad (Figuras 4.146 y 4.147) predomina una categoría de sensibilidad media en el territorio; lo que genera, después de asumir la capacidad

que tiene la región cafetera para adaptarse, una predominancia de alta vulnerabilidad en las diferentes corporaciones que la conforman. (Figuras 4.148 y 4.149).

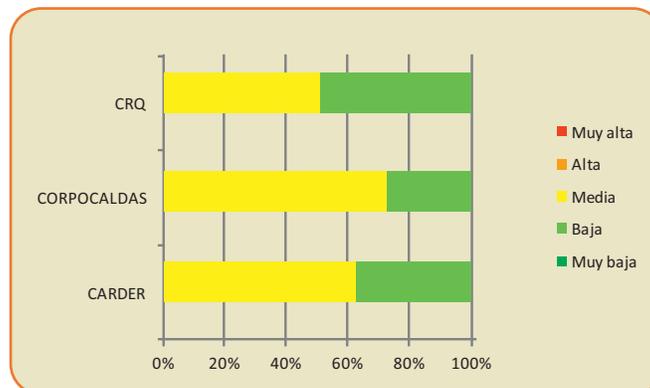
**Figura 4.146** Mapa índice de sensibilidad ambiental Nudo Eje Cafetero



**Figura 4.147 Vulnerabilidad ambiental período 2011-2040 Nodo Eje Cafetero**

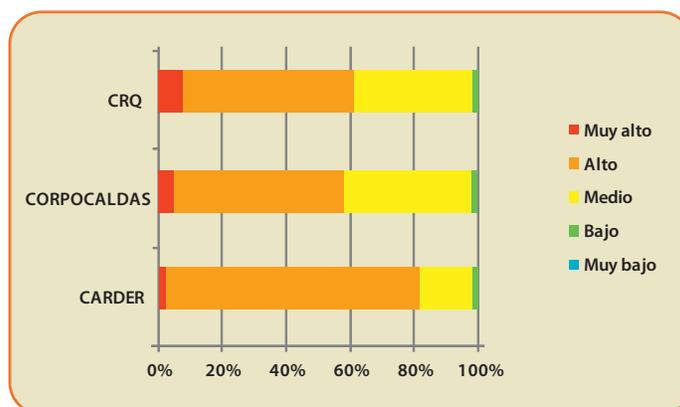


**Figura 4.148 Porcentaje del área por autoridad ambiental con el Índice de Sensibilidad Ambiental Nodo Eje Cafetero**





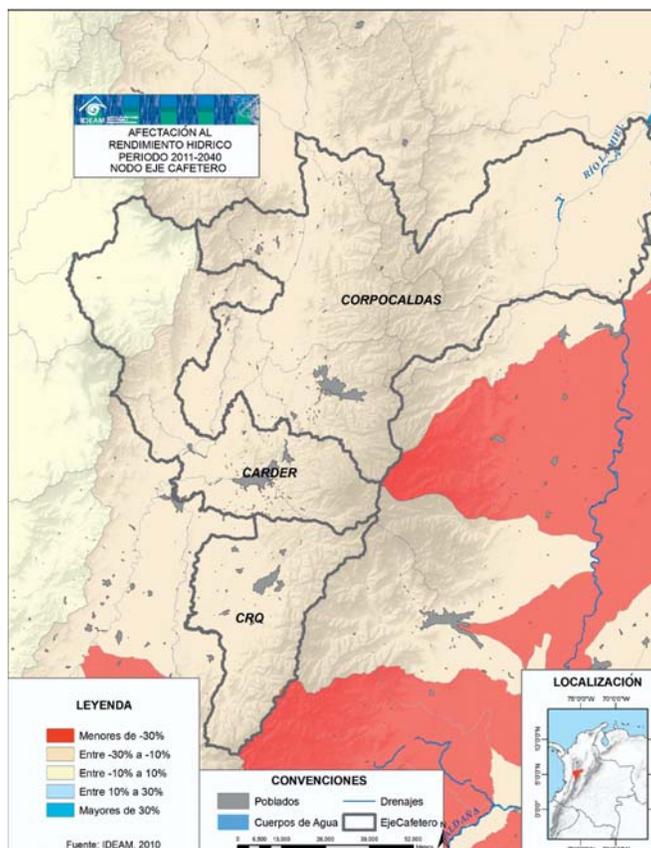
**Figura 4.149 Vulnerabilidad ambiental período 2011-2040 Nodo Eje Cafetero**



El Nodo del Eje Cafetero en general tenderá a una disminución leve de la escorrentía para el período 2011-2040 (entre -30 a -10%), excepto la SZH del

río San Juan en la jurisdicción de la CARDER donde la afectación al rendimiento hídrico podría ser aun más leve (-10 a 10%) (Figura 4.150).

**Figura 4.150 Mapa afectación al rendimiento hídrico 2011-2040 Nodo Eje Cafetero**



## Notas finales

- <sup>1</sup> En el contexto del presente estudio Deforestación se define como la conversión directa y/o inducida de la cobertura bosque a otro tipo de cobertura de la Tierra en un periodo de tiempo determinado (DeFries et ál., 2006; GOFC-GOLD, 2009). La Cobertura de Bosque se define como Tierra ocupada principalmente por árboles que puede contener arbustos, palmas, guaduas, hierbas y lianas, en la que predomina la cobertura arbórea con una densidad mínima del dosel de 30%, una altura mínima del dosel (in situ) de 5 metros al momento de su identificación, y un área mínima de 1,0 ha. Se excluyen las coberturas arbóreas de plantaciones forestales comerciales (coníferas y/o latifoliadas), cultivos de palma y árboles sembrados para la producción agropecuaria. Esta definición es consecuente con los criterios definidos por la CMNUCC en su decisión 11/COP.7, con la definición adoptada por Colombia ante el Protocolo de Kyoto, así como con la definición de la cobertura de bosque natural incluida en la adaptación para Colombia de la leyenda de la metodología CORINE Land Cover -CLC Colombia-.
- <sup>2</sup> Los resultados de la evaluación de exactitud temática indican que la exactitud global del mapa del año 2000 asciende a 91.16% mientras que para el mapa 2007 resultó en 93.43%.
- <sup>3</sup> Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI) y la Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena (Cormagdalena) 2010.
- <sup>4</sup> Este estudio es complementario al reportado en el Informe Anual Sobre el Estado de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente, Bosques 2009, en el cual se realizó una identificación gruesa de la deforestación en Colombia para el periodo 2000-2007 (Resolución espacial de 250 metros, compatible con la escala 1:500.000 utilizando imágenes MODIS) y los dos ejercicios conjuntamente forman las bases de una propuesta para el monitoreo de la deforestación a escala nacional en dos niveles: una cuantificación rápida (escala gruesa) que permite detectar los lugares donde se presenta deforestación y obtener una cifra indicativa de la magnitud de la misma para realizar anualmente; y una cuantificación más detallada (escala fina) que permite obtener cifras precisas y analizar las áreas de cambio con tipificación de coberturas.



- <sup>5</sup> Basado en los reportes de la Dirección de Gestión del Riesgo, Corporaciones Autónomas Regionales, Parques Nacionales Naturales, Defensa Civil, Bomberos, Secretarías de Ambiente.
- <sup>6</sup> Basado en los reportes de la Dirección de Gestión del Riesgo, Corporaciones Autónomas Regionales, Parques Nacionales Naturales, Defensa Civil, Bomberos, Secretarías de Ambiente.
- <sup>7</sup> Vale la pena resaltar que la Amazonía es una unidad que incluye, además, de porciones importantes de los departamentos del piedemonte (Amazonas, Caquetá, Guainía, Guaviare, Putumayo, Vaupés), porciones de los departamentos de Nariño, Cauca, Meta y Vichada.
- <sup>8</sup> Los dos valores son iguales para el caso particular del departamento de Nariño, por cuanto en la fracción de territorio que de este departamento se encuentra en la región amazónica, no se ubican cabeceras municipales y, en consecuencia, la población total es igual a la población resto.
- <sup>9</sup> El conjunto de categorías y criterios utilizados por la UICN está disponible en <http://www.humboldt.org.co/conservacion/cat-uicn.htm> y en <http://intranet.iucn.org/webfiles/doc/SSC/RedList/redlistcatspanish.pdf>
- <sup>10</sup> El INVEMAR dentro de los compromisos del Programa de Biodiversidad y Ecosistemas Marinos, relacionado al avance del conocimiento del estado de nuestra biodiversidad marina (línea base de las especies nativas y foráneas), en el año 2009 realizó un inventario actualizado de las especies de la macrofauna y flora que han sido registradas en el país como introducidas. En esta revisión se ilustran las especies identificadas y registradas como introducidas sobre los ambientes marino-costeros de Colombia hasta el momento, o de las cuales se tiene alguna evidencia de su presencia, con el fin de aportar información que contribuya a la elaboración de planes de contingencia ante posibles amenazas. Así mismo, se realizó una lista de aquellas que pueden ser catalogadas como criptogénicas (de las cuales no se tiene claridad sobre su origen y distribución nativa). La inclusión de las especies se encuentra respaldada, en la mayoría de los casos, por citas bibliográficas o especímenes depositados en el Museo de Historia Natural Marina de Colombia (integrado al Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina (SIBM)).
- <sup>11</sup> Todas y cada una de las fuentes energéticas que para su obtención no requieren de un centro de transformación, sino que se obtienen directamente de la naturaleza, por extracción o por residuo de otros procesos de producción.
- <sup>12</sup> Energía obtenida a través de un centro de transformación por medio de un proceso de producción.
- <sup>13</sup> Terajoule: unidad de medida energética que equivale a  $10^{12}$  joule.

- <sup>14</sup> El Ministerio de Agricultura reconoce que de las 21 millones de hectáreas con aptitud agrícola, se usan 4,9 millones de hectáreas. De los 20 millones de hectáreas con vocación ganadera, se usan cerca de 38 millones de hectáreas para esta actividad y, finalmente con 14 millones de hectáreas en zonas con actitud forestal, se usan tan solo 350 mil hectáreas en plantaciones forestales.
- <sup>15</sup> Para observar las metodologías, métodos y en general la ampliación de esta información véase Estudio Nacional del Agua (ENA), IDEAM, 2010.
- <sup>16</sup> Ajustado por IDEAM 2011.
- <sup>17</sup> Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005. Capítulo I.
- <sup>18</sup> Para efectos del análisis e interpretación de los datos de generación de residuos o RESPEL se entiende por corriente de residuo aquellos tipos de residuo resultantes de una actividad específica o que estén conformados por un elemento o compuesto considerado como peligroso, de acuerdo con los criterios establecidos en el Anexo III del Decreto 4741 de 2005 del MAVT. El listado de corrientes de residuos se puede consultar en el Anexo A de este documento.
- <sup>19</sup> Es importante considerar aquí para la interpretación de los datos que el proceso de captura de información a través del Registro de Generadores de RESPEL se inició en el año 2008 con los datos del periodo de balance del año 2007 y que mayoritariamente la información de dicho año corresponde a los reportes de grandes generadores.
- <sup>20</sup> La información requerida para el cálculo de las emisiones para este sector, fue obtenida de los balances energéticos nacionales entregados por la Unidad de Planeación Energética Nacional (UPME), los cuales fueron actualizados en el mes de abril a través de un proyecto llamado "Actualización y revisión de los balances energéticos nacionales de Colombia 1975-2009". Este proyecto se realizó con el objetivo de analizar, consolidar y recalculer los balances energéticos en unidades físicas y calóricas de acuerdo a las nuevas estructuras y nuevos estudios disponibles en la UPME. Adicionalmente, fue necesario consultar el Sistema de Información Minero Colombiano (SIMCO), para el cálculo de las emisiones fugitivas.
- <sup>21</sup> Para realizar el cálculo de este módulo fue necesario consultar varias fuentes de información, entre ellas se encuentran el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), Empresa Colombiana de Petróleos (Ecopetrol), Instituto Nacional de Vías (Invias), Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI), Cerromatoso S. A., entre otras.
- <sup>22</sup> El Banco Mundial. <http://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG/countries/1W-CO?display=graph>



- <sup>23</sup> La estimación de emisiones de gases de efecto invernadero del módulo de residuos, se realiza gracias a la información suministrada por entidades como el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), las Corporaciones Autónomas Regionales, Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP) y la Secretaría Distrital de Ambiente. Dado que el país no cuenta con un consolidado de información año a año sobre el comportamiento de este sector, varios de los datos con los que se estimaron emisiones fueron calculados y concertados en las mesas de trabajo realizadas con los expertos nacionales de cada una de las entidades mencionadas anteriormente.
- <sup>24</sup> Resolución 601 de 2006.
- <sup>25</sup> Documento en línea Air Quality Management District, consultado en junio de 2010, dirección electrónica [http://www.aqmd.gov/forstudents/aire\\_sucio.html#La Contaminación South Coast Air Quality Management District](http://www.aqmd.gov/forstudents/aire_sucio.html#La%20Contaminaci3n%20South%20Coast%20Air%20Quality%20Management%20District)
- <sup>26</sup> Las principales fuentes de SO<sub>2</sub> son los combustibles fósiles, que contienen compuestos azufrados. Este contaminante es el principal causante de la lluvia ácida, ya que al combinarse con el agua presente en la atmósfera se transforma en ácido sulfúrico.
- <sup>27</sup> El análisis presentado se basa en los nodos delimitados por el MAVDT en 2010.
- <sup>28</sup> Información obtenida del informe nacional de suelos del IGAC (2005).
- <sup>29</sup> Información obtenida de un informe interno del IDEAM (2008) del funcionario Helio Carrillo (inédito).
- <sup>30</sup> Información obtenida del mapa de ecosistemas 1:500.000 (IDEAM et ál., 2007).





## **5. Respuestas, retos** **🔗 y oportunidades**

### **Investigadores**

IDEAM – Luz Marina Arévalo, Claudia Olarte, Patricia León, Luis Gabriel Padilla, Alejandra Ruiz, Margarita Gutiérrez, Jaime Ramírez, Ángela V. Bohórquez, Ana M. Hernández, Luis Elkin Guzmán, Patricia Cuervo, Alejandro Ayala, Diana Lugo, Carolina López.

### **Colaboradores**

IDEAM – Fabián M. Pinzón, Natalia Gutiérrez.  
UAESPNN – Subdirección Técnica.  
MAVDT – María del Carmen Cabeza, Sandra Reina.

Fotografía: Héctor Raúl Pabón Méndez



## 5 Respuestas, retos y oportunidades

La Ley 99 de 1993, establece una estructura de gestión de los recursos naturales y del ambiente que integra las iniciativas institucionales con las iniciativas privadas y sociales de una forma armónica y amplia. Esto configura un marco de acción que en muchos temas se encuentra en sus primeras fases.

No obstante, el tamaño de la misión conferida al sector ambiental Estatal, con la persistencia y la fuerza en que se han sucedido en el país los diferentes fenómenos asociados al clima y con las evidencias más claras de condiciones de cambio climático, el panorama de acción ambiental se ha ampliado. La gestión ambiental en el país, además de cumplir con los fines para la cual fue creada, se suma a la gestión de riesgos naturales con el objetivo de reducir la vulnerabilidad ante desastres naturales asociados a fenómenos hidrológicos y meteorológicos adversos y los impactos del cambio climático.

En la Figura 5.1 se presenta el mapa de indicadores del presente capítulo. Muchos de estos indicadores son de tipo cualitativo y denotan cambios generales importantes en los avances en diferentes temas, tales como conservación, uso de recursos, el manejo de los residuos generados y desarrollo de la gestión del riesgo, sea ante amenazas ambientales o ante desastres naturales y fenómenos climáticos adversos.

El desarrollo del presente capítulo fue posible por la información que suministraron la Unidad de Parques Nacionales, el MAVDT, las diferentes divisiones técnicas del IDEAM y las entidades regionales (diferentes autoridades ambientales) que suministraron los datos de los registros de información ambiental cuyo nodo central se encuentra en el IDEAM.

**Figura 5.1** Mapa de indicadores de respuesta informe del estado de los recursos.



## 5.1 Restauración y Conservación

Conservar la base natural como fundamento para mantener la capacidad productiva del país y asegurar su desarrollo social y económico, así como la dinámica cultural, implica la adopción de estrategias de conservación específicas. Las áreas protegidas y los sistemas que conforman, son una de las estrategias más efectivas y por ende su declaratoria, planeación, manejo y gestión, deben ser adoptados por una política pública del Estado colombiano que afecte positivamente los procesos de ordenamiento territorial y permita proteger, restaurar, conocer y usar sosteniblemente la biodiversidad<sup>1</sup>.

### 5.1.1 Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia

El Decreto-ley 2811 de 1974 contempla unas denominaciones y figuras legales de protección, vinculadas al interior de una categoría denominado Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN), que está integrado por 6 tipos de áreas.

La Ley 99 de 1993 consagró dentro de los principios generales que debe seguir la política ambiental colombiana, que la biodiversidad por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad debe ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible, adicionalmente precisó las competencias a cargo de las autoridades ambientales para la reserva, declaración y administración de distintas figuras de manejo y protección de los recursos naturales reguladas por el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables (CNRNR) y sus reglamentos, y para las creadas por esa misma ley.

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SPNN) es el conjunto de las áreas protegidas, los actores sociales e institucionales y las estrategias e instrumentos de gestión que las articulan, que contribuyen como un todo al cumplimiento de los objetivos generales de conservación del país<sup>2</sup>.

El SPNN se compone de 56 áreas ubicadas en los diferentes departamentos de Colombia, que suman un total de 126.023,21 km<sup>2</sup> , lo que representa el 11% del territorio nacional; las categorías en que se dividen dichas áreas son: 41 Parques Nacionales Naturales, 1 Área Natural Única, 2 Reservas Nacionales Naturales, 11 Santuarios de Fauna y Flora y 1 Vía Parque<sup>3</sup>.

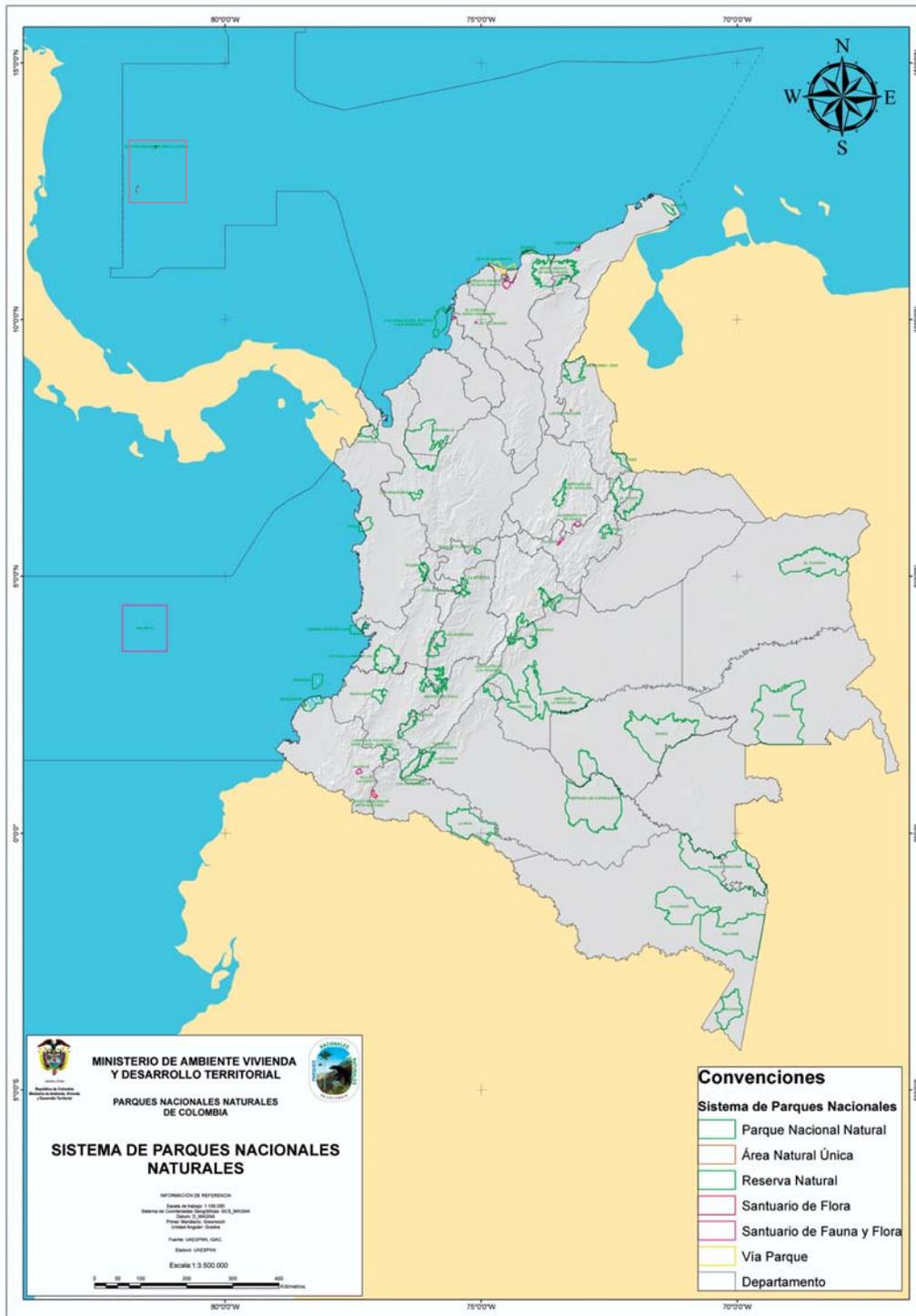
En la Figura 5.2 y Tabla 5.1 se puede observar la localización general de las áreas descritas.

En Colombia las áreas protegidas representan el 11% del territorio nacional con un área de 126.023,21 km<sup>2</sup>, correspondiendo aproximadamente al 1% del país en superficie marina y al 10% aproximadamente en superficie continental.

En América Latina la superficie terrestre protegida llega a más de 211 millones de hectáreas o 10,4% de la extensión terrestre de 22 países, la superficie marina protegida alcanza casi 29 millones de hectáreas o 2,1% de la superficie marina (UICN, 2011).



Figura 5.2 Mapa de ubicación de los PNN



**Tabla 5.1 Parques Nacionales Naturales**

Parques Nacionales Naturales		
Categoría	Nombre	Ubicación departamental
Parque Nacional Natural	Alto Fragua - Indi Wasi	Caquetá
	Amacayacu	Amazonas
	Cahuinari	Amazonas
	Catatumbo-Barí	Norte de Santander
	Chingaza	Cundinamarca-Meta
	Chiribiquete	Caquetá - Guaviare
	Cordillera de Los Picachos	Caquetá, Huila, Meta
	Complejo Volcánico Doña Juana	Nariño - Cauca
	Cueva de los Gúacharos	Huila
	De Macuira	Guajira
	De Pisba	Boyacá-Casanare
	El Cocuy	Arauca-Boyacá-Casanare
	El Tuparro	Vichada
	Gorgona	Océano Pacífico
	La Paya	Putumayo
	Las Herosas	Tolima-Valle
	Las Orquídeas	Antioquia
	Los Corales del Rosario y San Bernardo	Bolívar
	Los Farallones de Cali	Valle-Cauca
	Los Katíos	Antioquia, Chocó
Los Nevados	Caldas-Risaralda-Tolima-Quindío	
Munchique	Cauca	
Parque Nacional Natural	Nevado del Huila	Cauca-Huila-Tolima
	Old Providence mc Bean Lagoon	San Andres y Providencia
	Paramillo	Antioquia-Córdoba
	Puracé	Cauca-Huila
	Uramba Bahía Málaga	Valle
	Sanquianga	Nariño
	Selva de Florencia	Caldas
	Sierra de La Macarena	Meta-Vaupés
	Sierra Nevada de Santa Marta	Cesar-Guajira-Magdalena
	Serranía de los Yariquíes	Santander
	Sumapaz	Cundinamarca-Huila-Meta
	Tama	Norte de Santander
	Tatama	Chocó-Risaralda-Valle
	Tayrona	Magdalena
	Tinigua	Meta
	Río Pure	Amazonas
	Utria	Chocó
Serranía de los Churumbelos-Auka Wasi	Caquetá, Cauca, Huila, Putumayo	
Yaigoje Apaporis	Amazonas, Vaupés	
Area Natural Única	Los Estoraques	Norte de Santander
Reservas Nacionales Naturales	Puinawai	Guainía
	Nukak	Vaupés-Guaviare
Santuarios de Fauna y Flora	Ciénaga Grande de Santa Marta	Magdalena
	De Iguaque	Boyacá
	Galeras	Nariño
	Guanenta-Alto Río Fonce	Santander
	Isla de La Corota	Nariño
	Los Colorados	Bolívar
	Los Flamencos	Guajira
	Malpelo	Océano Pacífico
	El Corchal el Mono Hernández	Sucre y Bolívar
	Otún-Quimbaya	Risaralda
Plantas Medicinales Orito-Ingi Ande	Putumayo, Nariño	
Vía Parque	Isla de Salamanca	Magdalena



## Evolución del SPNN

Para 1998 las áreas de Parque Nacionales Naturales (PNN)<sup>4</sup>, eran 46 con una superficie física de 92.772,53 km<sup>2</sup>, que representan el 8.13% del territorio nacional. Esto significa que a lo largo del período 1998-2010, el número de áreas del SPNN se incrementó en un número de 10 y en un área de 33.250,68 km<sup>2</sup>, que corresponde para el 2010 en un 1.3% a superficie marina y en un 10% a superficie continental .

Continuando con las acciones encaminadas a la consolidación del sistema, el SPNN como Coordinador del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) recogió aportes, identificó acciones prioritarias y estratégicas, y propuso los lineamientos de política y normativa que orientarán la consolidación del SINAP, los que fueron aprobados por el Consejo Nacional de Política Económica y Social el 30 de julio de 2010 en el CONPES 3680. Así mismo y ante la urgencia de clarificar el tema de categorías en julio del 2010 se expidió el Decreto N° 2372 que reglamenta al SINAP y las categorías de manejo.

Procesos encaminados a mejorar la calidad de vida y bienestar, así como a mantener y mejorar la capacidad productiva del país, dependen en gran medida de la oferta que provea el capital natural, oferta que se reduce por procesos de transformación y extinción. En este sentido, es importante resaltar que el Sistema de Parques Nacionales Naturales abastece agua de manera directa al 31% de la población colombiana y de manera indirecta al 50%, favoreciendo aproximadamente a 20 millones de personas (con una demanda anual de 1.329 millones de metros cúbicos) (CONPES 3680).

Adicionalmente, este sistema incluye 4 de las 6 estrellas hidrográficas más importantes del país, favorece la conservación de coberturas vegetales naturales lo que conlleva a la regulación hídrica y disminución de sedimentos, estimándose en el año 2003 en \$708.515 millones al año el beneficio económico para las zonas de influencia de los parques por incremento de caudales y en \$2.242 millones al año el beneficio de la disminución de sedimentación por la conservación de las fuen-

tes hídricas. De otro lado, del área total de los distritos de riego de mediana y gran escala del país, al menos 176.745 ha se proveen de fuentes hídricas provenientes del Sistema. En materia de biodiversidad, el SPNN contiene 28 de los 41 Distritos Biogeográficos del país y 2 de las más importantes zonas de biodiversidad mundial (Chocó biogeográfico y la Amazonía), lo que le significa, entre otras ventajas, un alto potencial para la bioprospección. En este sentido, se han estimado en \$7.200 millones los beneficios económicos asociados a la conservación (CONPES 3680).

### 5.1.2 Reforestación en Colombia

El Código de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente (Decreto-ley 2811 de 1974, Título III, Capítulo IV, Artículo 229) define la reforestación como el establecimiento artificial de árboles para formar bosques, sea con fines comerciales, con fines protectores o con fines protectores-productores.

El IDEAM, como entidad coordinadora del Sistema de Información Ambiental y en el marco del afianzamiento del Sistema Nacional de Información Forestal (SNIF), ha venido consolidando las bases de datos relacionadas con la temática de reforestación tanto de carácter protector como productor proveniente de las diferentes fuentes generadoras de la misma, la cual se presenta a continuación:

#### • Reforestación con fines protectores

En el período 2000 a 2007 se establecieron en Colombia un total de 41.223 hectáreas, de plantaciones forestales de carácter protector , siendo las principales fuentes para su establecimiento los recursos suministrados por: crédito externo con el BID<sup>5</sup>, (77,06%), Fondo de Compensación Ambiental (15,8%), Fondo para la Acción Ambiental (5,25%), BIRF 3692 (1,18%) y otros en menor proporción que no superan el 1%. En consecuencia, se evidencia que los préstamos de crédito externo constituyen la mayor fuente de financiación para la reforestación con fines de protección en el país.

**Tabla 5.2 Variación porcentual de áreas reforestadas con fines de protección, respecto de la superficie total del país, para el período 2000-2007**

Años de Establecimiento	Área Establecida Hectáreas	Porcentaje Anual de Área Establecida* %
Total general	41.223,00	0,036
2000	10.903,00	0,010
2001	18.484,00	0,016
2002**	22,80	0,000
2003	49,00	0,000
2004	3.903,60	0,003
2005	4.247,80	0,004
2006	1.068,00	0,001
2007	2.544,80	0,002

(\*) Respecto de la Superficie Total del País correspondiente a 114.174.800 hectáreas.

(\*\*) En los años 2002 y 2003 en los que la superficie reforestada no supera las 100 hectáreas, no existen reportes por parte de los programas SINA I y SINA II, por lo que es notable el efecto de estas iniciativas en la reforestación con fines de protección en Colombia. (IDEAM, 2010).

Fuente: IDEAM. Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental – Grupo de bosques, 2010.

Un análisis de las áreas establecidas con fines protectores para el periodo 2000-2007, muestra que el año que presenta el mayor aporte en el país en este tipo de plantaciones, es el 2001 con una cifra

superior a 18 mil hectáreas, seguido por el año 2000 con aproximadamente 11 mil ha (Tabla 5.2).

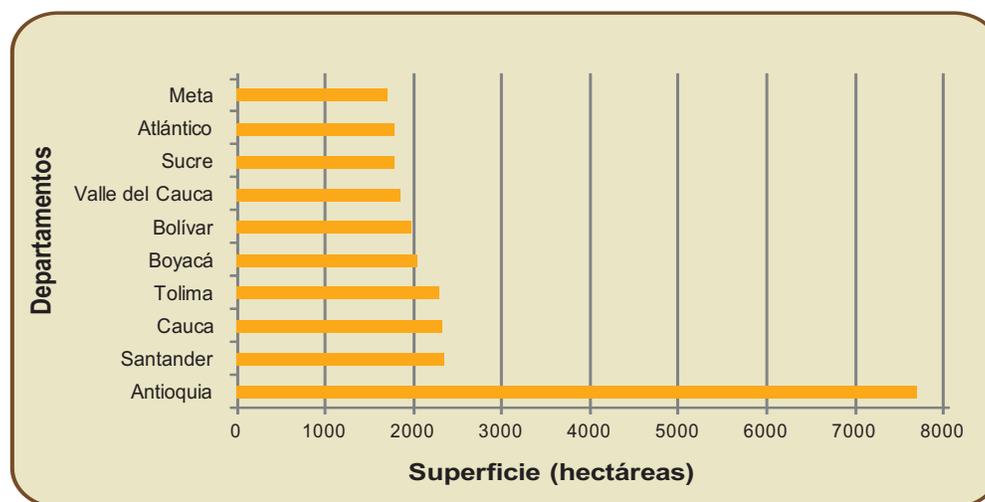
A partir del año 2004 se observa una leve recuperación en la superficie reforestada; sin embargo, esta no alcanza las cifras establecidas durante los años 2000 y 2001, con lo que es posible inferir que a partir del año 2004, la reforestación de carácter protector obedece a pequeños proyectos de conservación y protección de cuencas hidrográficas y áreas degradadas, adelantadas por las autoridades ambientales regionales.

Las plantaciones de carácter protector se ubican en todos los departamentos del país, siendo Antioquia líder en su establecimiento con 7.806 hectáreas, mientras que en Vichada y Arauca la cifra no supera las 100.000 hectáreas en el periodo 2000-2007 (Figura 5.3).

#### • Reforestación con fines productores

Conocer la información de la superficie reforestada con fines comerciales permite direccionar la gestión del Estado en lo relacionado a los programas que buscan promover el aumento en la cobertura boscosa como mecanismo para aumentar la oferta

**Figura 5.3 Principales departamentos reforestados con fines de protección (2000-2007)**



Fuente: IDEAM. Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental – Grupo de bosques, 2010.



de servicios ambientales, disminuir la presión sobre los recursos boscosos naturales y promover la industria forestal comercial. Así mismo, la proporción de la superficie continental del país reforestada con fines comerciales constituye la base para estimar en un periodo menor o igual a 15 años (tiempo promedio del turno de cosecha) las actividades de mitigación en el sector forestal que contribuyen a largo plazo a la disminución de los GEI y el control de la degradación de los suelos, entre otros beneficios ambientales.

A continuación se presenta un análisis del reporte sobre proporción de la superficie reforestada con fines productores con respecto a la superficie total del país disponible para el periodo 2000-2007 (Tabla 5.3).

Como se observa en la Tabla 5.3, durante el periodo 2000 a 2003, hay una tendencia decreciente en la superficie plantada con fines productores. A partir del año 2003 se observa una recuperación en el área reforestada con respecto al primer periodo de análisis, alcanzando su tope máximo en los años 2004 y 2007 con un área superior a 20.000 ha , coincidiendo con el auge de diferentes proyectos forestales de carácter regional<sup>6</sup> que se promovieron a partir de este año<sup>7</sup>. En este sentido, es importante señalar que de acuerdo con los registros obtenidos del establecimiento

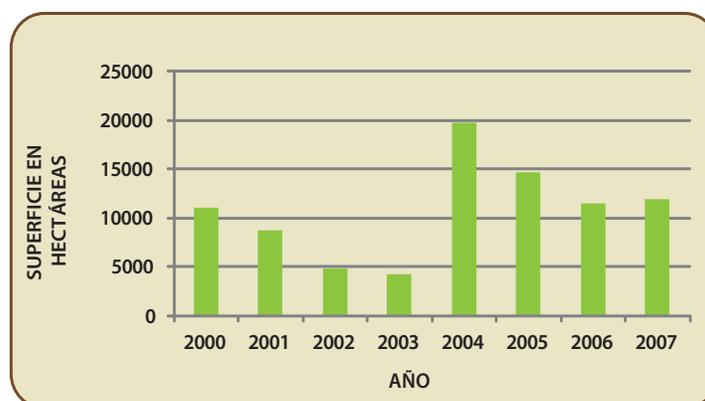
de plantaciones productoras por tipo de fuente de recursos, se observa que los valores más altos de áreas sembradas con los recursos CIF corresponden a 2004 con un total de 19.900,5 hectáreas, seguido por el año 2007 con 12.075,8 hectáreas, coincidiendo de esta forma con los registros analizados en el periodo (Figura 5.4).

**Tabla 5.3 Variación porcentual de áreas reforestadas con fines de producción, respecto de la superficie total del país, para el periodo 2000-2007**

Años de Establecimiento	Área Establecida Hectáreas	Porcentaje Anual de Área Establecida* %
Total general	130.687,54	-
2000	15.133,28	0,013
2001	17.624,72	0,015
2002	11.787,72	0,01
2003	7.976,15	0,007
2004	25.140,67	0,022
2005	18.152,96	0,016
2006	14.311,56	0,013
2007	20.560,48	0,018

\*Respecto de la Superficie Total del País correspondiente a 114.174.800 ha.  
Fuente: IDEAM. Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental – Grupo de bosques, 2010.

**Figura 5.4 Superficie de plantaciones productoras establecida con recursos CIF**



A nivel regional, se establece que la región Caribe, Andina y Orinoquía han sido objeto de los mayores beneficios en términos de incentivo de reforestación con el recurso CIF, representadas en los departamentos de Córdoba, Antioquia y Vichada, respectivamente.

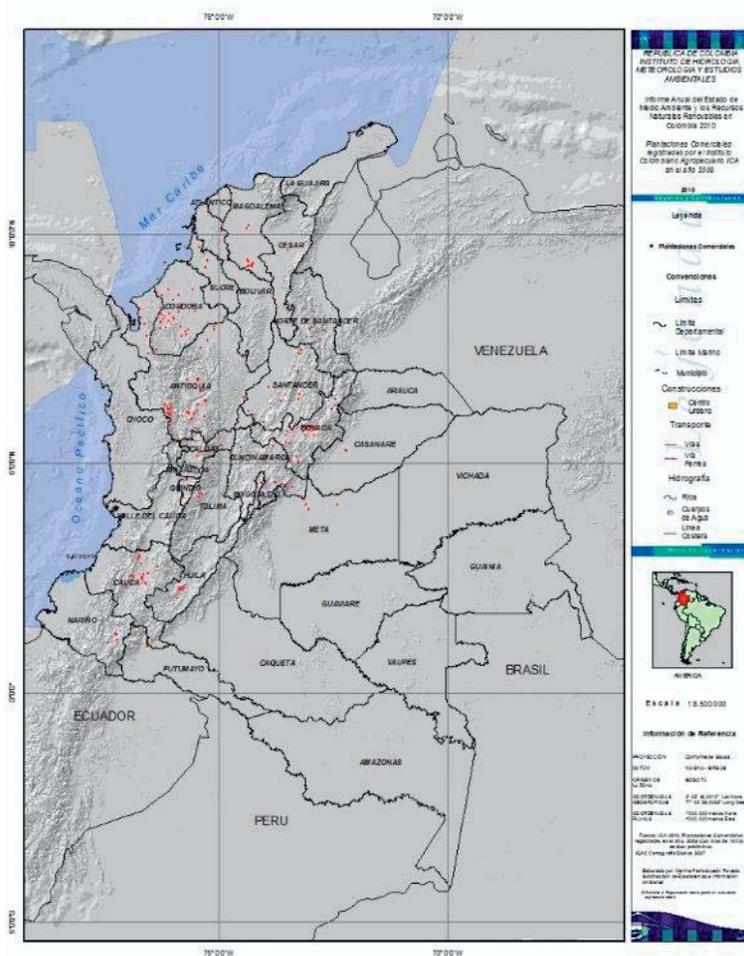
• **Registro de cultivos forestales con fines comerciales y sistemas agroforestales efectuados ante el ICA**

Conforme a la normatividad reciente en materia de cultivos forestales expedida por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, que entre otras disposiciones delega al Instituto Colombiano

Agropecuario (ICA), la responsabilidad de registrar los cultivos forestales con fines comerciales y los sistemas agroforestales de más de 10 hectáreas, el IDEAM, y la Subgerencia de Protección Vegetal del Proyecto Forestal del ICA, vienen adelantando un trabajo coordinado para la producción de estadísticas forestales confiables en esta materia.

En este contexto y dada la relevancia del tema para el sector forestal se presentan en la Tabla 5.4, los resultados consolidados de los análisis sobre cultivos forestales con fines comerciales y sistemas agroforestales de más de 10 hectáreas que fueron registrados por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en el año 2009<sup>8</sup>.

**Figura 5.5 Mapa Registro de plantaciones comerciales efectuados por el ICA, 2009**





**Tabla 5.4 Cultivos forestales comerciales y sistemas agroforestales registrados por el ICA, en predios mayores a 10 hectáreas de acuerdo a la información discriminada por hectáreas 2009**

Categoría	Años de establecimiento*	Área en hectáreas**
Cercas vivas	No registra	5.547,6
Plantación forestal	1960 a 2009	50.655,7
Sistema Agroforestal	1990, 2000 y 2007.	2.977,4
Total		59.180,6

\* Son registros efectuados durante 2009, sin embargo NO significa que fueron establecidos durante 2009.

\*\*Asumiendo distanciamiento de 3 X 3 m y arreglo al tres bolillo. Fuente IDEAM, 2010. Sistema Nacional de información Forestal (SNIF), con base en los registros del ICA.

La información que actualmente registra el ICA, viene consignada en número de árboles, en consecuencia y para consolidar la información en términos de superficie plantada, fue necesario asumir diferentes distanciamientos entre árboles de acuerdo con la literatura en la materia. De otro lado es importante mencionar que en los reportes del ICA, se registra un total de 20.351 árboles aislados, para los cuales no aplica el tratamiento señalado anteriormente.

En la Figura 5.5 se observan los registros de plantaciones comerciales efectuados por el ICA, en el año 2009, señalando que los cultivos forestales con fines comerciales se presentan en 20 departamentos, siendo Córdoba, Antioquia, Santander y Sucre los que presentan mayor superficie sembrada.

## 5.2 Gestión ambiental

El ámbito de la gestión ambiental en Colombia es amplio e incipiente. Las diferentes acciones ambientales son parte de un proceso caracterizado por un aprendizaje continuo, diversos replanteamientos de sus acciones, participación social en general y cambios en los arreglos institucionales.

En los últimos 8 años el modelo de gestión ambiental en el país estuvo caracterizado por la participa-

ción conjunta de los particulares y las acciones del sector público, donde no solo la institucionalidad formalmente ambiental tuvo el protagonismo. Los sectores de salud pública, saneamiento básico, generación de energía y de producción asumieron sendas responsabilidades, de las cuales, se pueden apreciar algunos de sus resultados en los cambios en los indicadores que se presentan en este capítulo.

### 5.2.1 Gestión de los Residuos o Desechos Peligrosos (RESPEL) en Colombia<sup>9</sup>

A continuación se presenta la información sobre la gestión de los RESPEL adelantada en el país durante el año 2009. En el *Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos*, los generadores reportan la gestión de los residuos en el año en que la realizaron, sin importar si estos fueron generados durante ese mismo periodo de balance o en periodos de balance anteriores. Por ello, las cantidades gestionadas de un RESPEL durante un año determinado pueden no coincidir con las cantidades generadas de este en ese mismo periodo.

Con propósitos comparativos, se hace referencia también a la información de generación de RESPEL durante los años 2007 y 2008. Estas cifras fueron generadas con base en la información reportada por los generadores de RESPEL en el *Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos* y revisada y transmitida al IDEAM por parte de las Autoridades Ambientales, a 30 de septiembre de 2010<sup>10</sup>.

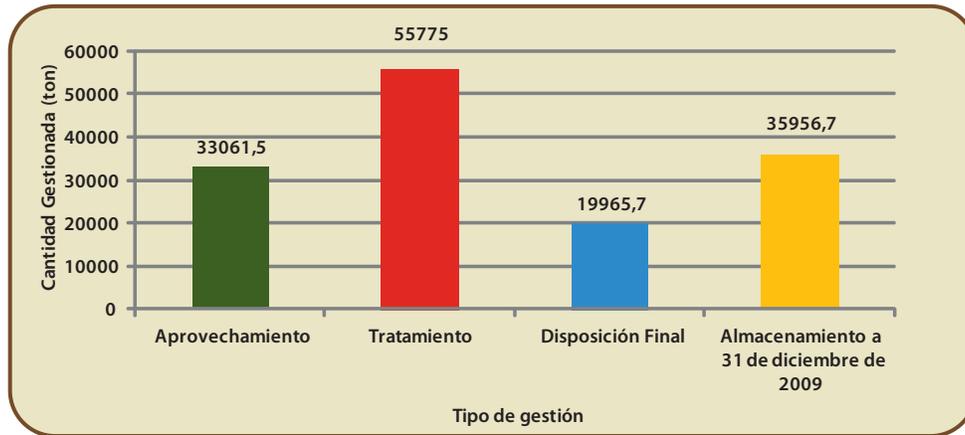
La información del año 2009 corresponde a un porcentaje promedio de transmisión de registros al sistema de información ambiental por parte de las autoridades ambientales del 77,7%; para el año 2008 el porcentaje es de 79,4% y para el año 2007 del 77,3%. En este sentido, las interpretaciones dadas a la información presentada en este documento, deben realizarse en el contexto de la información transmitida al sistema de información ambiental.

Los establecimientos generadores de RESPEL reportaron para el periodo de balance del año

2009 un total de 108.802,2 toneladas de residuos peligrosos gestionadas, de las cuales 33.061,5 toneladas fueron aprovechadas y/o valorizadas, 55.775,0 toneladas fueron tratadas y 19.965,7

toneladas fueron llevadas a disposición final. Al finalizar el año 2009 se encontraban en almacenamiento 35.956,7 toneladas de RESPEL (Figura 5.6).

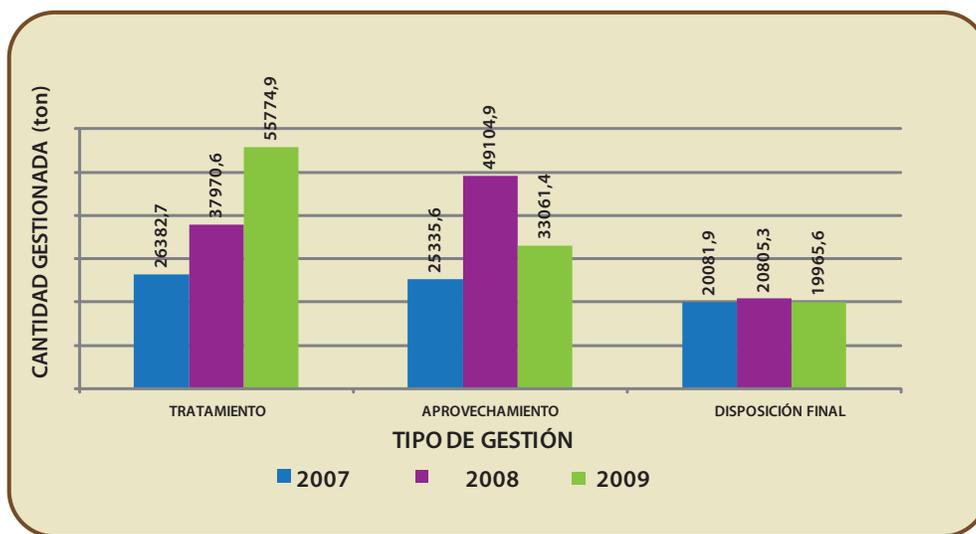
**Figura 5.6** Cantidades de RESPEL reportadas como gestionadas en 2009



Observando la información presentada en la gráfica, se evidencia que el tratamiento fue la alternativa de gestión de RESPEL mayormente utilizada en Colombia por los generadores durante el año 2009, seguida por el aprovechamiento y/o valorización; la cantidad de RESPEL llevada a disposición final representa un poco más de la tercera parte de los residuos peligrosos tratados durante el año 2009 y

es menor que el aprovechamiento de RESPEL durante ese mismo año. A continuación en la Figura 5.7 se muestran comparativamente las cantidades totales de residuos peligrosos gestionados por cada alternativa de manejo durante los años 2007, 2008 y 2009, con el fin de evidenciar la tendencia de la gestión de los residuos o desechos peligrosos en Colombia durante esos años ✓.

**Figura 5.7** Cantidades de RESPEL gestionadas durante 2007, 2008 y 2009





De la anterior gráfica se evidencia que el tratamiento de RESPEL es la alternativa de gestión que ha presentado aumento en las cantidades gestionadas durante los tres años evaluados, mientras que las cantidades gestionadas de RESPEL por medio de disposición final han presentado ligera tendencia a disminuir durante el mismo periodo de tiempo. El aprovechamiento de RESPEL muestra un comportamiento variable: mientras que en el año 2008 fue la alternativa por medio de la cual se gestionó la mayor cantidad de RESPEL en el país, en los años 2007 y 2009 fue superada por el tratamiento de residuos, siendo mayor la diferencia en las cantidades aprovechadas y tratadas en el año 2009 que en el año 2007.

Considerando que las cantidades de RESPEL dispuestas durante los tres años son del mismo orden de magnitud y teniendo en cuenta que el año 2007 fue reportado en su mayoría por los establecimientos categorizados como grandes generadores, se puede inferir que la disposición final de RESPEL en Colombia es adelantada en su mayor parte por los grandes generadores de estos, mientras que los medianos y pequeños generadores utilizan otras alternativas de manejo, posiblemente por los volúmenes menores de RESPEL generados.

Durante los últimos cinco años se ha incrementado paulatinamente en el país el número de empresas licenciadas por las autoridades ambientales para realizar gestión de RESPEL; sin embargo, actualmente la oferta de los servicios de gestión de algunos RESPEL no alcanza a suplir la demanda de los generadores, principalmente en zonas rurales donde además no hay vías de comunicación suficientes ni adecuadas y en las cuales los costos de transporte de los residuos encarecen notablemente la gestión adecuada de los mismos. Otro aspecto desfavorable es que la capacidad instalada en el país de empresas que realicen manejo de tipos particulares de residuos es insuficiente o en algunos casos no existen.

En la Tabla 5.5 se relaciona el número de empresas autorizadas por las autoridades ambientales para el manejo de RESPEL. Las empresas licenciadas en el manejo de los RESPEL realizan, entre otros ma-

nejos, recuperación de solventes, regeneración de aceites usados, almacenamiento y despiece de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), recuperación de metales de los líquidos de fijado, tratamiento de plásticos contaminados con plaguicidas, tratamiento de residuos contaminados con hidrocarburos, tratamiento de residuos infecciosos y aprovechamiento de baterías plomo-ácido.

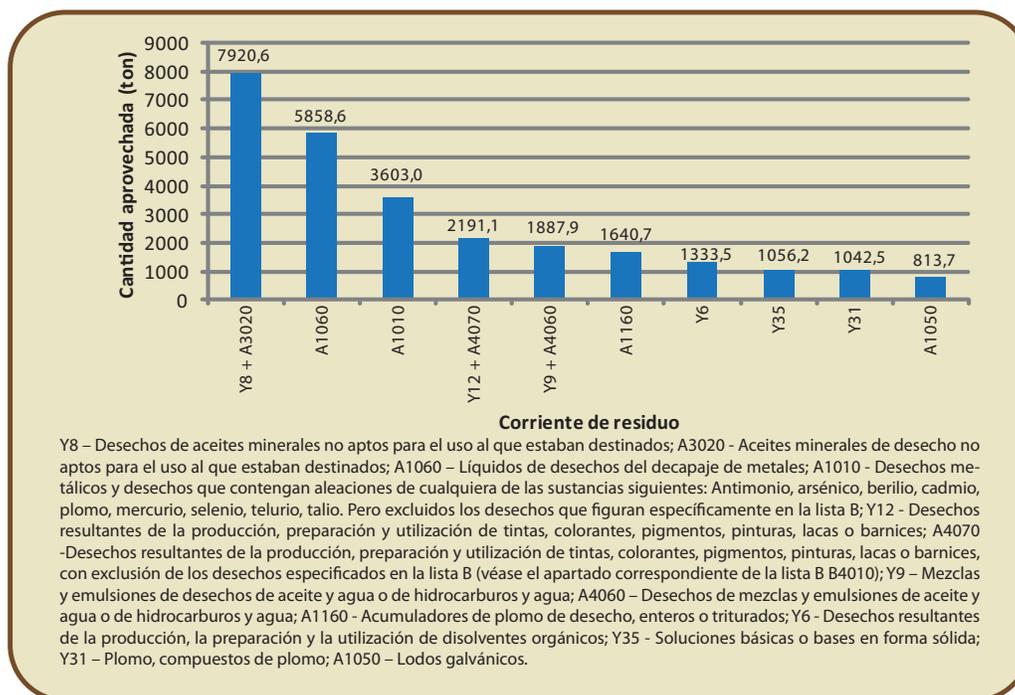
**Tabla 5.5** Número de empresas gestoras de RESPEL

Año	Número de empresas autorizadas por las autoridades ambientales para la gestión de RESPEL
2006	9
2007	32
2008	36
2009	50

Fuente: Se elaboró mediante la consulta de las páginas web de las Autoridades Ambientales

### Cantidad de RESPEL aprovechados y/o valorizados en 2009

Por aprovechamiento y/o valorización de RESPEL se entienden aquellas actividades orientadas a recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los RESPEL, por medio de procesos como la recuperación, el reciclado o la regeneración. En Colombia durante el año 2009 fueron manejadas por medio de aprovechamiento 33.061,5 toneladas de RESPEL . Esta es la alternativa de gestión de RESPEL que brinda un mayor beneficio ambiental debido a que reduce en algunos casos la demanda de recursos naturales; de otro lado, el aprovechamiento de RESPEL evita que estos o parte de estos sean confinados en un relleno o celda de seguridad, prolongando la vida útil de los mismos. En la Figura 5.8 se pueden apreciar los tipos y las cantidades de RESPEL que fueron más aprovechados durante el año 2009 según los reportes realizados por los generadores y transmitidos por las autoridades ambientales en 2010.

**Figura 5.8 Corrientes de residuo más aprovechadas y/o valorizadas durante 2009**

Tal como se observa, las mayores cantidades de residuos peligrosos aprovechados durante el año 2009 corresponden a las siguientes corrientes de residuos peligrosos: Y8 + A3020 de aceites usados (23.96%); A1060 de líquidos de desechos de decapaje de metales (17.72%); A1010 de desechos metálicos y desechos que contengan aleaciones de cualquiera de las sustancias siguientes: Antimonio, arsénico, berilio, cadmio, plomo, mercurio, selenio, telurio, talio, excluidos los desechos que figuran específicamente en la lista B<sup>11</sup> (10.9%); Y12 + A4070 de desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices (6.63%) y Y9 + A4060 de mezclas y emulsiones aceite y/o hidrocarburo y agua (5.71%). Los aceites usados corresponden a los residuos más gestionados por medio de aprovechamiento y/o valorización, debido a que estos pueden ser regenerados para su posterior utilización como productos con menores especificaciones.

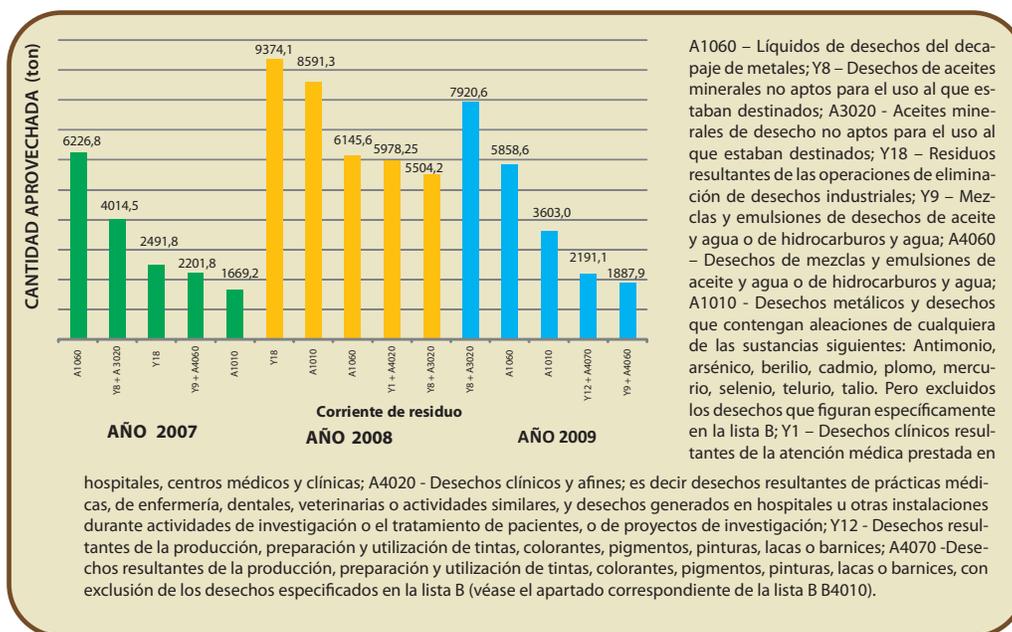
En la Figura 5.9 se presenta un comparativo entre las corrientes más gestionadas por medio de aprovechamiento durante los años 2007, 2008 y 2009 y las respectivas cantidades gestionadas de cada una de las corrientes.

De la anterior gráfica se observa que algunas de las corrientes de residuos peligrosos más gestionadas por medio de aprovechamiento durante el año 2009 también fueron aprovechadas en los años 2007 y 2008; tal es el caso de los líquidos de desecho del decapaje de metales, que han mantenido una cantidad relativamente constante de residuos aprovechados en los años mencionados. Por otra parte, los residuos correspondientes a aleaciones de algunos metales (antimonio, arsénico, berilio, cadmio, plomo, mercurio, selenio, telurio, talio) son también similares en las cifras de aprovechamiento de los años 2007, 2008 y 2009, debido a que el reciclado de metales y compuestos metálicos es una de las operaciones de aprovechamiento más utilizadas en el territorio nacional. Es de resaltar que el aprovechamiento de los residuos de aceites usados, después de los residuos líquidos del decapaje de metales, presenta la mayor cantidad de toneladas gestionadas durante los tres años, debido a la posibilidad que presentan estos residuos de ser regenerados.

Por otra parte, los residuos correspondientes a la corriente Y18 que son los resultantes de las operaciones de eliminación de residuos industriales,



**Figura 5.9 Comparativo de las corrientes de residuo más aprovechadas durante los años 2007, 2008 y 2009**



representaron altos porcentajes en cuanto al total de residuos aprovechados durante los años 2007 y 2008; sin embargo, para el periodo de balance del año 2009 la cantidad aprovechada de este tipo de residuo peligroso no superó las 1.000 toneladas. Cabe así mismo resaltar que no es muy coherente que para el periodo de balance del año 2008 los residuos clínicos y afines se encuentren entre los más aprovechados, debido a que los residuos bio-sanitarios y cortopunzantes que componen en su gran mayoría las corrientes de residuos peligrosos Y1 y A4020 no tienen la posibilidad de ser aprovechados; esto podría atribuirse a un mal diligenciamiento de la información del *Registro* por parte de algunos de los generadores de RESPEL.

• **Cantidad de RESPEL tratados en 2009**

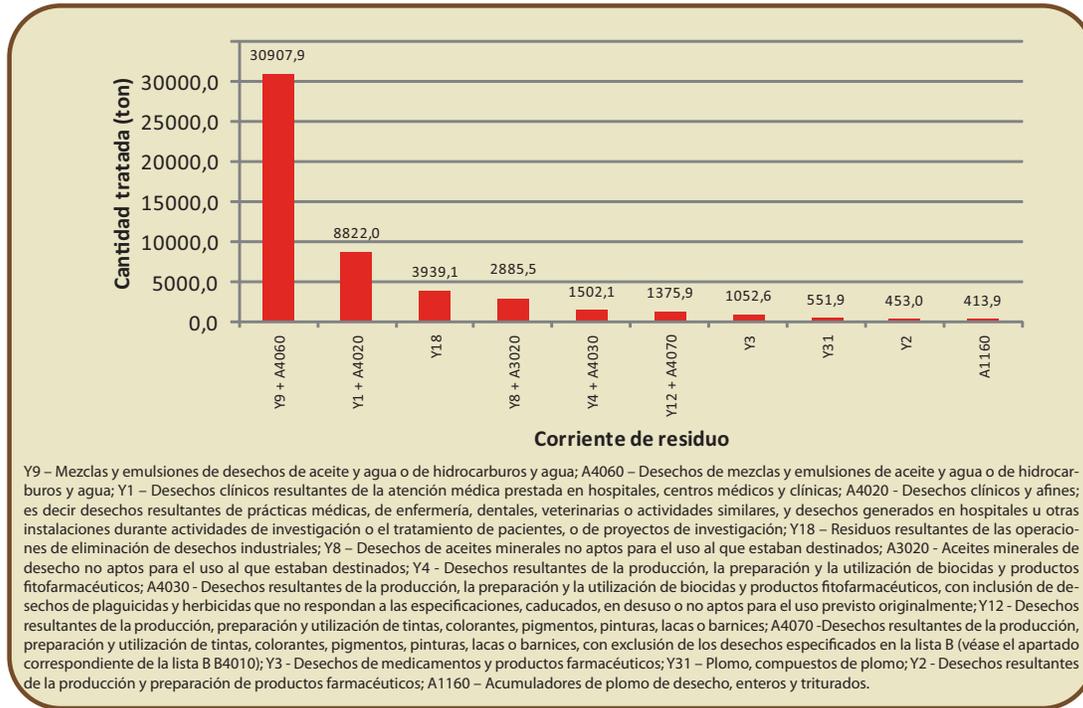
Para efectos del presente documento se entiende por tratamiento aquellas operaciones o procesos mediante los cuales se modifican las características de los residuos, teniendo en cuenta el riesgo y grado de peligrosidad de los mismos, para minimi-

zar los impactos negativos para la salud humana y el ambiente, previo a su disposición final. Durante el período de balance del año 2009 se sometieron a tratamiento un total de 55.775,0 toneladas de residuos o desechos peligrosos . En la Figura 5.10 se presentan las cantidades y los tipos de residuos peligrosos que en mayor cantidad fueron tratados durante el periodo de balance 2009.

Se anota que las mayores cantidades de residuos peligrosos tratadas durante el 2009 corresponden a las siguientes corrientes de residuo peligroso: Y9 + A4060 mezclas y emulsiones aceite y/o hidrocarburo y agua (55.42%); Y1 + A4020 de residuos clínicos y similares (15.82%); Y18 de residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales (7.06%); Y8 + A3020 de aceites usados (5.17%) y Y4 + A4030 de desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de biocidas y productos fitofarmacéuticos (2.69%).

En la Figura 5.11 se presenta un comparativo entre las corrientes más gestionadas por medio de tratamiento durante los años 2007, 2008 y 2009

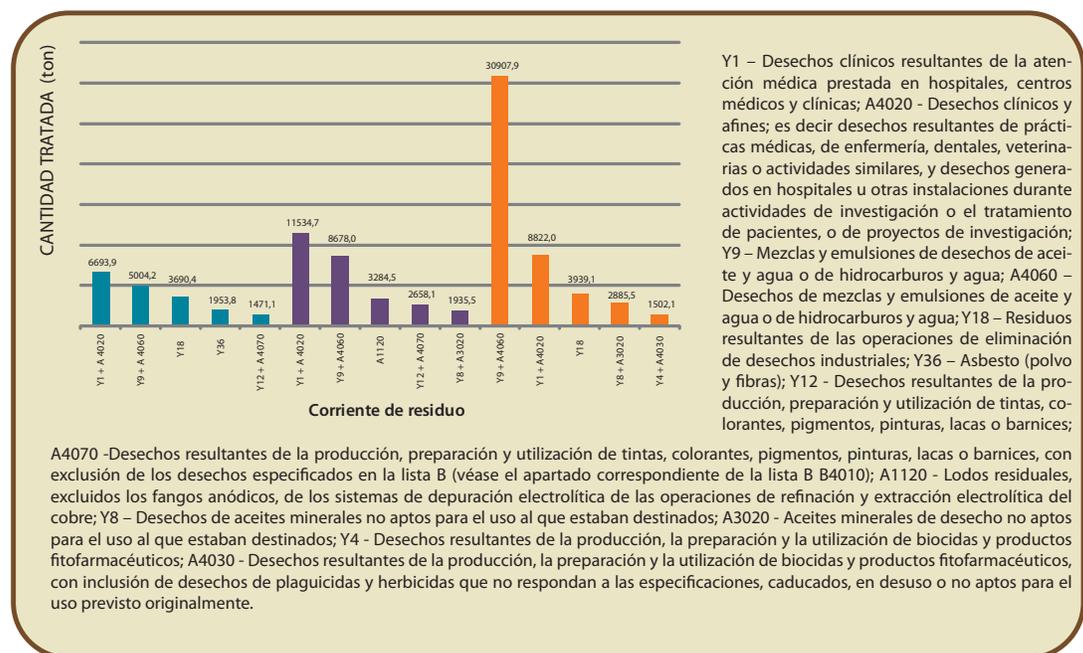
**Figura 5.10 Corrientes de residuo más tratadas durante 2009**



y las respectivas cantidades gestionadas de cada una de las corrientes. Como puede apreciarse en la gráfica, las corrientes de desechos de aceite y agua

o hidrocarburo y agua y los desechos clínicos y afines fueron los tratados en mayor cantidad durante los tres años analizados.

**Figura 5.11 Principales corrientes de residuo sometidas a tratamiento durante 2007, 2008 y 2009**





• **Cantidad de residuos o desechos peligrosos llevados a disposición final en 2009**

Respecto a la disposición final, es decir al proceso de aislar y confinar los residuos o desechos peligrosos, en especial los no aprovechables, en lugares especialmente seleccionados, diseñados y debida-

mente autorizados como por ejemplo los rellenos y celdas de seguridad, se muestran en la figura 5.12 la cantidad y los tipos de residuos peligrosos llevados mayoritariamente a disposición final en el período de balance 2009. Durante el año 2009 se manejó por disposición final un total de 19.965,7 toneladas de residuos o desechos peligrosos .

**Figura 5.12 Principales corrientes de residuo llevadas a disposición final durante 2009**

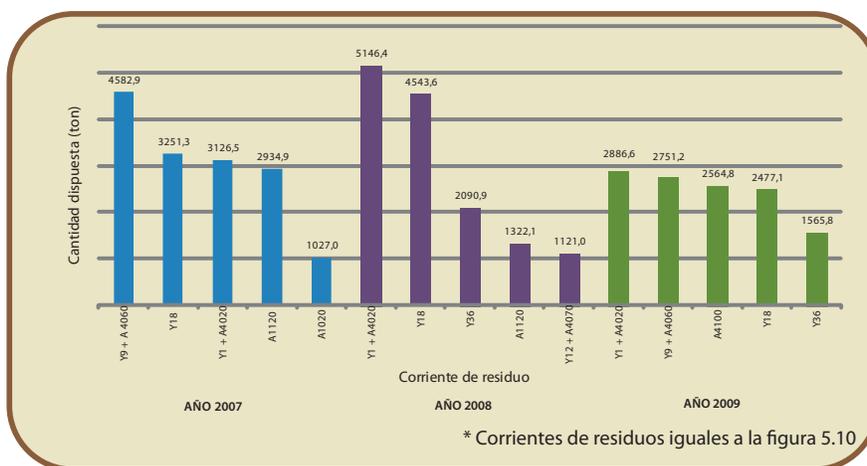


Con respecto a la disposición final, aparecen las siguientes corrientes como las más gestionadas por este medio: residuos clínicos y afines (14.46%), las mezclas y emulsiones aceite y/o hidrocarburo y agua (13.78%); los desechos resultantes de la utilización de dispositivos de control de la contaminación industrial para la depuración de los gases industriales (12.85%), los residuos resultantes de las

operaciones de eliminación de desechos industriales (12.41%) y los desechos que tienen como constituyente asbesto, tanto polvo como fibras (7.84%).

En la Figura 5.13 se hace la comparación entre las corrientes más gestionadas por medio de disposición final durante los años 2007, 2008 y 2009 y las respectivas cantidades gestionadas de cada una de las corrientes.

**Figura 5.13 Principales corrientes de residuos de RESPEL llevadas a disposición final durante 2007, 2008 y 2009**



De la anterior gráfica se evidencia que los residuos de las corrientes Y9 + A4060 - mezclas y emulsiones de aceites y/o hidrocarburo y agua, Y1 + A4020 - Residuos clínicos y afines, Y18 - Desechos resultantes de la eliminación de residuos industriales, Y36 - Asbesto en polvo y fibras y A1120 - Lodos residuales, excluidos los fangos anódicos de los sistemas de depuración electrolítica de las operaciones de refinación y extracción electrolítica del cobre, presentan cantidades representativas en cuanto a la disposición final de los RESPEL, especialmente los residuos resultantes de la eliminación de residuos industriales, los cuales se encuentran entre los cinco RESPEL más gestionados por medio de disposición final durante los tres años evaluados.

### 5.2.2 Sistemas de vigilancia y monitoreo de la calidad del aire existentes en Colombia

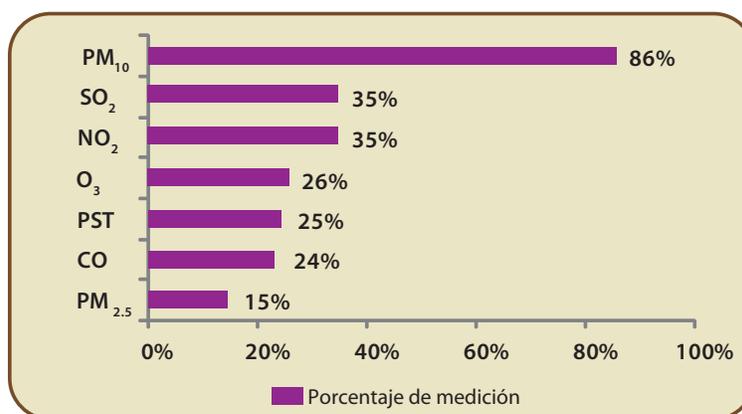
En Colombia el monitoreo de la calidad del aire se realiza mediante Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA) que se encuentran ubicados en los departamentos de Antioquia, Cundinamarca, Risaralda, Santander, Magdalena, Boyacá, Caldas, Cesar, Guajira, Nariño, Norte de Santander, Tolima, Quindío y Valle del Cauca, y en las ciudades de Medellín, Bucaramanga, Cali y Bogotá D. C., a la fecha se tiene reporte de la existencia de 165 estaciones

de monitoreo de la calidad del aire, de las cuales 132 pertenecen a los SVCA de 19 autoridades ambientales y 33 estaciones de 4 SVCA pertenecientes a entidades privadas .

Para el año 2009 la variación en el monitoreo de cada uno de los principales contaminantes atmosféricos respecto al diagnóstico presentado en el Informe de calidad del aire 2007<sup>12</sup>, evidencia en los diferentes SVCA una tendencia a disminuir el monitoreo de contaminantes como el dióxido de azufre  $SO_2$  y el dióxido de nitrógeno  $NO_2$ , y en menor medida el ozono  $O_3$  y el monóxido de carbono CO. En el mismo sentido, con respecto al material particulado la tendencia es a la disminución en el número de estaciones que monitorean Partículas Suspensas totales PST, para dar prioridad al monitoreo de material particulado menor a 10 micras<sup>13</sup>  $PM_{10}$  y material particulado menor a 2.5 micras  $PM_{2.5}$  debido a la importancia que representa este tipo de material en cuanto al grado de afectación a la salud humana. Esta variación refleja la evolución que han tenido los SVCA, en relación con los objetivos que se persiguen con el monitoreo, manifiesta en la dinámica de su estructura.

En la Figura 5.14 se presentan los porcentajes de medición de los contaminantes atmosféricos monitoreados en el país por los SVCA, que pertenecen a las autoridades ambientales, de un total de 132 estaciones.

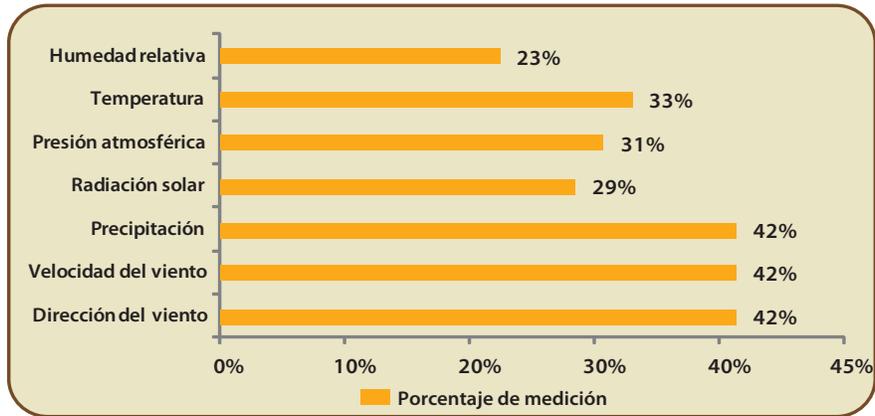
**Figura 5.14 Monitoreo de contaminantes medidos en Colombia**



Fuente: IDEAM a partir de la información suministrada por los SVCA de las autoridades ambientales.

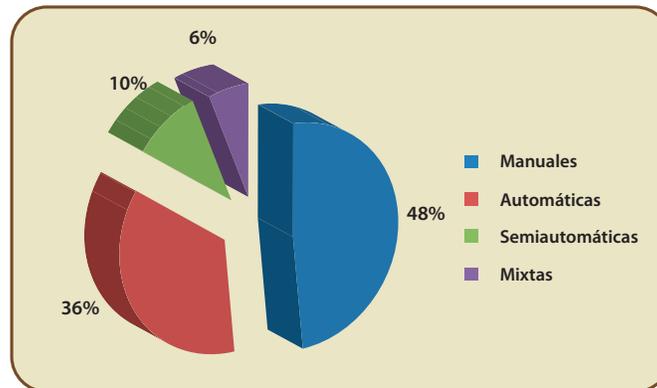


**Figura 5.15 Monitoreo de variables meteorológicas medidas en Colombia para el año 2009**



Fuente: IDEAM a partir de la información suministrada por los SVCA de las autoridades ambientales.

**Figura 5.16 Porcentaje de distribución por tipo de estación de monitoreo para el año 2009**



Fuente: IDEAM a partir de la información suministrada por los SVCA de las autoridades ambientales.

Así mismo, algunas de las estaciones existentes, cuentan con los equipos necesarios para la medición de variables meteorológicas, siendo ello de gran importancia para poder explicar los fenómenos que ocurren en la atmósfera en relación con la dispersión de los contaminantes. La Figura 5.15 presenta los porcentajes de monitoreo de las variables meteorológicas en el país por los SVCA de las autoridades ambientales, de un total de 132 estaciones.

De acuerdo con los equipos con que cuentan las estaciones de un SVCA, estas pueden ser clasificadas como Manuales, Automáticas, Semiautomáticas o Mixtas. De esta manera se clasificaron las estaciones pertenecientes a 19 autoridades ambientales del país, encontrando que en Colombia el 48% de

las estaciones totales son de tipo manual, en segundo lugar se encuentran las estaciones automáticas con un 36%, seguidas de las semiautomáticas con un 10%; el porcentaje restante se encuentra constituido por estaciones mixtas; la figura 5.16 muestra la distribución por tipo de estación de monitoreo en el país.

### 5.2.3 Gestión de la calidad del aire en las principales ciudades del país

A fin de minimizar el riesgo que representa la contaminación del aire para la salud de la población colombiana, los ecosistemas y el clima, las autoridades ambientales, en cumplimiento de las funciones

que les confiere la Ley 99 de 1993, han adelantado planes y estrategias para mejorar las acciones de vigilancia, control y prevención del aumento de las concentraciones de contaminantes atmosféricos.

Para determinar cuáles han sido los avances en la gestión de la calidad del aire que ha alcanzado el país, el IDEAM realizó una encuesta durante el último trimestre del año 2010 a las autoridades ambientales que cuentan con un SVCA; en ella se trataron temas como los programas y/o planes desarrollados y los resultados de los mismos, el uso y finalidad de los datos de calidad de aire obtenidos de los SVCA, la declaración de estados excepcionales y las debilidades y fortalezas de los SVCA.

A continuación se describen los resultados de la encuesta aplicada a las autoridades ambientales, en relación a los avances en gestión de la calidad del aire<sup>14</sup>.

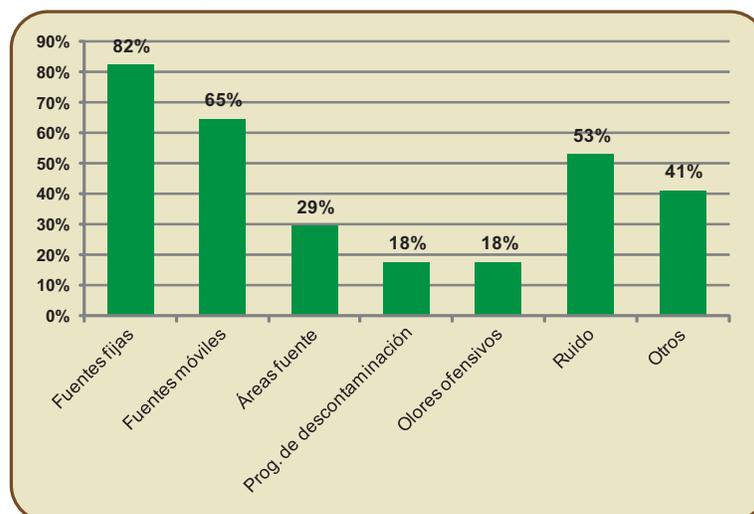
#### • Programas desarrollados por las autoridades ambientales

Los principales programas en los que han venido trabajando las autoridades ambientales a nivel nacional, son los que se muestran en la Figura 5.17.

Se puede ver que el 82% de las entidades encuestadas ha adelantado programas de control y seguimiento a fuentes fijas y el 65% ha implementado programas dirigidos a fuentes móviles, estas dos fuentes consideradas como las principales emisoras de contaminantes. Los programas asociados a la prevención y el control de las emisiones de ruido se realiza por parte del 53% de las autoridades ambientales encuestadas y otras problemáticas no menos importantes como el desarrollo de programas de control sobre áreas fuente y la medición de olores ofensivos representan el 29% y el 18%, respectivamente.

Por otro lado, existen otros programas que no se clasifican dentro de las categorías anteriores y en los cuales trabajan el 41% de las entidades encuestadas. Estos abordan temas como la elaboración de inventarios de emisiones, la administración de sistemas locales de información de calidad de aire, la optimización y el rediseño de los SVCA, la modelación y la predicción de la calidad del aire urbano, programas de educación ambiental y producción más limpia, monitoreo de aerosoles y compuestos orgánicos volátiles (COV) en ambientes urbanos, mejoramiento de la calidad de combustibles, restricciones a la movilización de vehículos particulares y públicos (programa pico y placa) y la judicialización de infractores ambientales.

**Figura 5.17** Programas adelantados por las autoridades ambientales para el control y la prevención de la contaminación atmosférica para el año 2009





Específicamente en la ciudad de Medellín, se han desarrollado importantes programas encaminados a la reducción de los niveles de concentración de material particulado, benceno y ozono principalmente.

En otras ciudades como Bogotá también se realizan programas integrales que involucran entidades privadas responsables del deterioro ambiental en la ciudad, como el programa Zonas Piloto de Recuperación Ambiental, que pretende reducir los niveles de contaminación en las localidades de Puente Aranda, Fontibón y Kennedy, declaradas como áreas-fuente de contaminación alta, con los cuales se busca lograr un cumplimiento ambiental en el 50% de las industrias que se vinculen al proyecto para el año 2012. Actualmente se encuentran vinculadas al proyecto 581 empresas de las cuales 158 cumplen con los estándares ambientales, logrando así un cumplimiento ambiental del 27% (SDA, 2010).

• **Uso y finalidad de los datos obtenidos a través de los SVCA de las autoridades ambientales** 

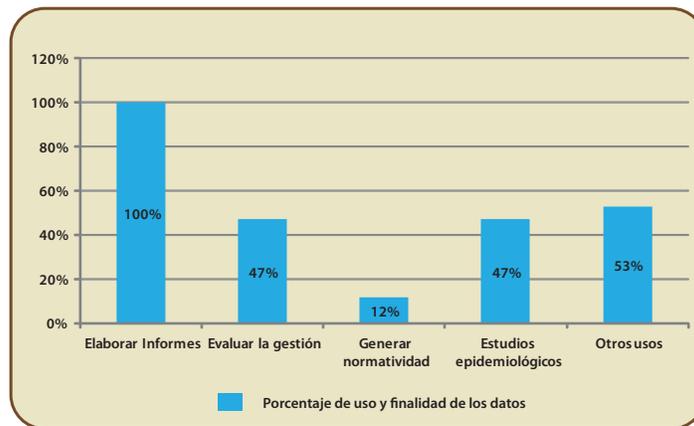
Los principales usos que le dan las autoridades ambientales a la información obtenida de los SVCA, se presentan en la Figura 5.18

Al analizar los resultados se encuentra que el 100% de las autoridades ambientales hace uso de la información de calidad de aire para elaborar informes sobre el estado de este recurso en sus jurisdicciones; así mismo, el 53% de ellas le da otros usos (modelación, desarrollo de proyectos de investigación, estudios de dispersión de contaminantes y determinación del impacto de las actividades que intervienen en el estado de la calidad del aire); el 47% la utiliza para evaluar la gestión de los planes formulados por la entidad y en el mismo porcentaje se usa para realizar estudios epidemiológicos relacionados con el estado de la calidad del aire y su grado de afectación a la salud, y finalmente, el 12% la emplea en la generación de normatividad local.

• **Declaración de los estados excepcionales**

De acuerdo con el Decreto 948 de 1995, los estados excepcionales de alarma son aquellos que deberán ser declarados por las autoridades ambientales competentes, ante la ocurrencia de episodios que incrementan la concentración y el tiempo de duración de la contaminación atmosférica y de esta manera, tomar las medidas necesarias para evitar deterioro en la salud de la población y/o en el medio ambiente.

**Figura 5.18** Programas adelantados por las autoridades ambientales para el control y la prevención de la contaminación atmosférica



Fuente: IDEAM a partir de la información suministrada por los SVCA de las autoridades ambientales.

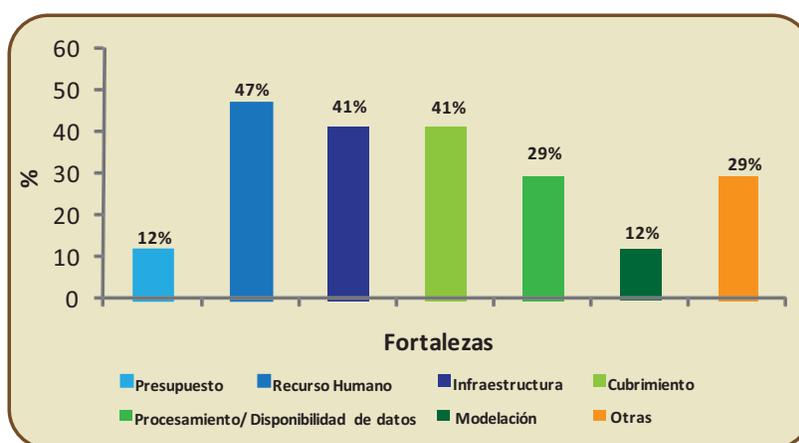
En este sentido y de acuerdo a la tecnología con que cuentan los SVCA, se pudo establecer que un 41% de las autoridades ambientales consultadas está en la capacidad de declarar dichos estados. Esta tendencia se debe principalmente a la carencia de monitoreo de algunos contaminantes criterio, la ausencia de monitoreo continuo, la poca destinación de recursos económicos para la operación y optimización de los SVCA, así como el monitoreo con equipos manuales que no permi-

ten la disponibilidad de los datos en tiempo real para declararlos.

• **Fortalezas y debilidades del SVCA en Colombia**

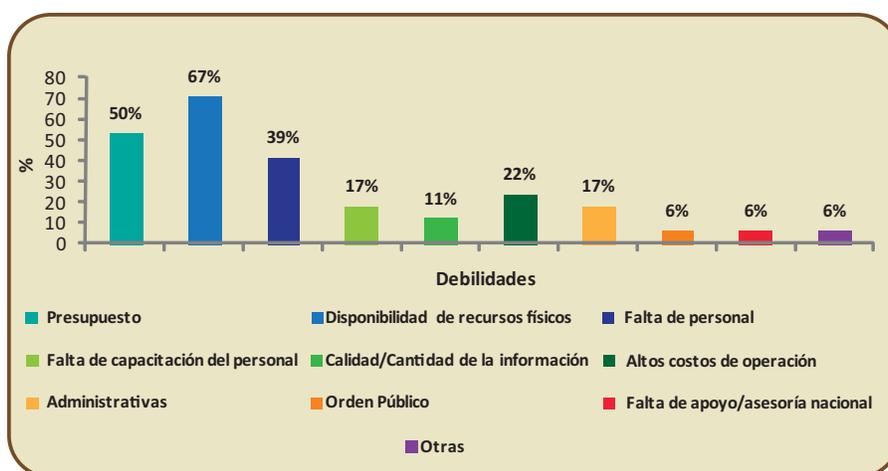
En las figuras 5.19 y 5.20 se pueden apreciar los aspectos identificados por las autoridades ambientales encuestadas, como fortalezas y debilidades de los SVCA, respectivamente.

**Figura 5.19 Fortalezas de los Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire**



Fuente: IDEAM a partir de la información suministrada por los SVCA de las autoridades ambientales.

**Figura 5.20 Debilidades de los Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire**



Fuente: IDEAM a partir de la información suministrada por los SVCA de las autoridades ambientales.



El principal aspecto identificado como fortaleza dentro de los SVCA es el recurso humano especializado y con experiencia en temas de contaminación atmosférica con un 47%, seguido de la infraestructura y el cubrimiento con un 41%, el procesamiento y la disponibilidad de datos con un 29% y otras entre las que se encuentran la optimización de los SVCA, adecuación de laboratorios de calidad de aire, apoyo de la empresa privada y el gobierno distrital, apropiación de modelos de dispersión de contaminantes para la predicción de la calidad de aire, publicación de información e implementación del sistema de calidad a los SVCA, con un 29%.

Dentro de las debilidades se encuentran, en primer lugar la disponibilidad de recursos físicos, en segundo lugar el presupuesto, y posteriormente la falta de personal suficiente, seguida de los altos costos de operación, la falta de capacitación y administrativas, la calidad y/o cantidad de la información, el orden público, la falta de apoyo y/o asesoría nacional, entre otras (poca interacción con otras redes de monitoreo, deficiencia en las empresas proveedoras de insumos y mantenimiento y dificultad en establecer nuevos sitios de monitoreo).

#### **5.2.4 Programas de análisis y prevención de ruido en las principales ciudades del país**

La contaminación por ruido hace referencia a las ondas sonoras que generan molestias severas y deterioro a la salud auditiva, física, social y mental de las personas. Su unidad de medida es en decibel dB<sup>15</sup>. De acuerdo con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), los niveles por debajo de 30 decibeles dB(A)<sup>16</sup> en horarios nocturnos no producen efectos negativos a la salud y en el día el nivel deseable de ruido está por debajo de 50dB(A).

Actualmente, la contaminación acústica, es considerada una problemática ambiental que ha cobrado gran importancia debido a la generación de impactos a la salud. En 1999 la OMS, determinó que la exposición a ruido excesivo ocasiona deficiencia auditiva, interferencia en la comunicación oral, tras-

tornos del sueño y reposo, efectos psicofisiológicos sobre la salud mental y el rendimiento, efectos sobre el comportamiento e interferencia en actividades sociales y laborales. Además, declaró que a nivel mundial la deficiencia auditiva es el riesgo ocupacional irreversible más frecuente y se calcula que 120 millones de personas tienen problemas auditivos (World Health Organization, 1999).

Por otro lado, en términos económicos la Unión Europea estimó que los costos de las externalidades de la generación de ruido por el tráfico vehicular y férreo se calculan en 0.4% del PIB (EEA, 2001), pues en este continente cerca del 40% de la población está expuesta al ruido del tráfico vehicular en niveles que exceden los 55 dB(A).

Colombia no es ajena a este escenario, ya que desde 1974 se considera la contaminación por ruido como un aspecto ambiental a controlar. Mediante la expedición de actos administrativos el Estado colombiano ha controlado la emisión de niveles de ruido severos con el fin de proteger la salud y el bienestar de la población expuesta.

Actualmente en el país, la Resolución 627 de 2006 contempla la evaluación, control y seguimiento de la problemática de ruido en el país, a través de la elaboración de mapas de ruido en las poblaciones con más de 100.000 habitantes y como resultado de estos estudios la formulación de planes de descontaminación por ruido que sirvan como herramienta para la planificación del ordenamiento territorial. A la fecha se encuentran disponibles el 46% de los estudios para la elaboración de los mapas de ruido, del total de estudios a realizar (56 municipios según el censo poblacional de 2005 elaborado por el DANE).

De la información analizada se deduce que en el horario diurno los niveles de ruido presentan mayores valores que en el horario nocturno, esto debido a que las actividades comerciales como almacenes, locales, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros comerciales, obras civiles, entre otros, operan en su mayoría en este periodo; además el tráfico vehicular en este horario es más alto que en el horario nocturno. A pesar de este comportamiento, en

el periodo nocturno se observan límites máximos altos que corresponden al desarrollo de actividades comerciales de tipo recreativas como restaurantes, bares, tabernas, discotecas, casinos, etc.

De acuerdo a la información del estado de la calidad del aire de las principales ciudades del país 2007-2009 (IDEAM 2011) la problemática de ruido en el país, está íntimamente relacionada con los procesos de urbanización de las poblaciones y la generación de ruido diurno generalmente es atribuida a problemas de movilidad, estado de la malla vial y edad y mantenimiento del parque automotor. En cambio, en horarios nocturnos se atribuye a la operación de establecimientos comerciales con fines recreativos (restaurantes, bares, discotecas, tabernas, bingos y casinos) que por su ubicación presentan conflictos con el uso del suelo.

#### • Programas

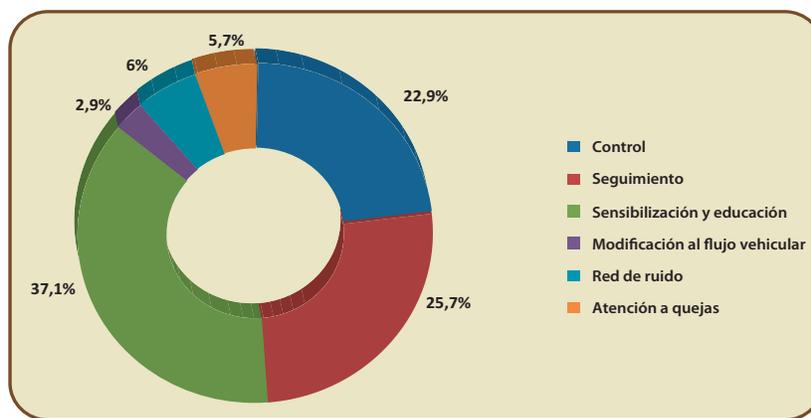
A nivel nacional el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), se encuentra trabajando en la elaboración de un Protocolo de Medición de Ruido, considerando la necesidad de estandarizar los procedimientos de medición y la elaboración de mapas de ruido y los planes de descontaminación por ruido, con el fin de obtener resultados confiables que puedan ser usados para la actualización de los planes de ordenamiento territorial e implementar medidas de control. Así mismo, se desarrollaron proyectos para el fortalecimiento de las autoridades ambientales en la implementación de la Resolución 627 de 2006, mediante

la adquisición y préstamo de equipos de medición de ruido a 7 autoridades ambientales, teniendo en cuenta las problemáticas identificadas por contaminación en esta materia.

En este sentido y de acuerdo con la información presentada por las autoridades ambientales, Colombia cuenta con 101 sonómetros. Las autoridades ambientales que tienen un mayor número de sonómetros son: la Secretaría Distrital de Ambiente (29), el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (11) y el Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (10). A nivel local las autoridades ambientales realizan permanentemente actividades encaminadas a la minimización de los niveles de ruido en sus áreas de jurisdicción, entre ellas, el control de las fuentes de emisión a través del monitoreo de ruido en los puntos críticos identificados, seguimiento a las fuentes previamente identificadas, desarrollo de programas de sensibilización y educación a la población en general y/o a los generadores de ruido, modificaciones a los planes de ordenamiento como modificación en el flujo vehicular, implementación de redes de ruido y atención a quejas y reclamos por ruido severo.

En la Figura 5.21 se evidencia que el 37.1% de las autoridades ambientales encaminan su gestión hacia la realización de campañas de sensibilización y educación de la población, adicionalmente, el 25.7% y 22.9% corresponden a programas de seguimiento a los establecimientos identificados como generadores de ruido severo y programas de control de la contaminación,

**Figura 5.21** Enfoque de las estrategias dirigidas hacia la mitigación del ruido en Colombia por parte de las autoridades ambientales





respectivamente, el porcentaje restante corresponde a la atención de quejas, el diseño y/u operación de redes de ruido y modificaciones en el tráfico vehicular.

Aunque la medición de ruido en el país se realiza con regularidad y aproximadamente la mitad de las autoridades ambientales existentes cuentan con equipos para el monitoreo de ruido, algunas de las poblaciones con mayor número de habitantes no han adelantado proyectos para la generación de mapas de ruido. Se encuentra conveniente que adicional al uso que se le viene dando a los mapas y estudios de ruido por parte de las autoridades ambientales, estos sean utilizados para la formulación de planes de descontaminación por ruido a nivel local.

### 5.2.5 Uso de energía limpia - Gestión de las fuentes de energía renovable en Colombia

El uso racional y eficiente de la energía y la participación de las energías alternativas en la producción energética nacional son decisiones estratégicas que contribuirán al desarrollo sostenible del país y del sector energético, así mismo, son un abordaje desde la voluntad nacional al Cambio Climático, un ejemplo de ello sería la reducción de GEI, si se considera que el módulo energético es uno de los mayores participantes con respecto al total de las emisiones nacionales de GEI con un aporte porcentual para el año 2004 de 37%<sup>17</sup>, y que la quema de combustibles fósiles es la mayor causa de emisión en este módulo representando alrededor del 85.2% de las emisiones calculadas para dicho año, dentro de cuya categoría se encuentran el transporte automotor, la industria

de generación y transformación de energía, y las industrias manufacturera y de la construcción<sup>18</sup>; además que como medidas de mitigación desde una perspectiva sectorial en la Segunda Comunicación Nacional (SCN) (IDEAM 2010a)<sup>19</sup>, se propone como prioritario para el sector energético la eficiencia energética para el sector manufacturero, cambio de combustibles y generación eléctrica para las Zonas No Interconectadas (ZNI), con energías renovables no convencionales.

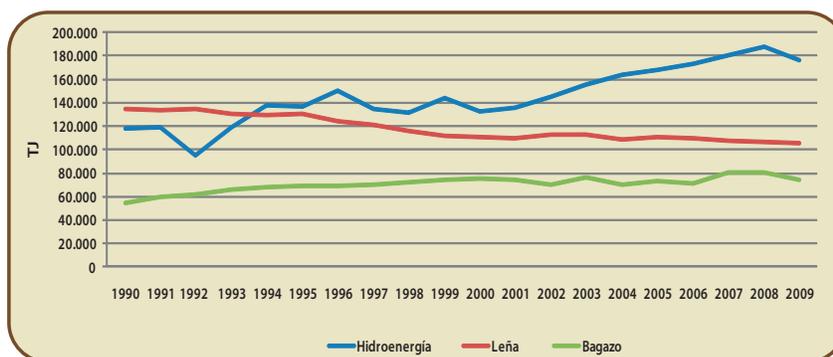
La producción energética para el consumo interno en Colombia es de carácter primario<sup>20</sup> y secundario<sup>21</sup> y proviene de diversas fuentes que se clasifican como renovables y no renovables. Dentro de las renovables encontramos la hidroenergía, la leña, el bagazo, la energía eólica y los biocombustibles y en las no renovables el petróleo y sus derivados: el gas, el carbón y los no energéticos.

Analizando el periodo comprendido entre los años 1990-2009 (UPME 2011), se concluye que en promedio se alcanzó una oferta interna total de 1.534.478 TJ<sup>22</sup>, y que de dicha producción aproximadamente el 21% se originó en fuentes renovables y un 79% en fuentes no renovables .

#### • Producción energética nacional a partir de fuentes renovables

**Hidroenergía, bagazo y leña:** Para este periodo la producción energética primaria para oferta interna nacional promedio a partir de hidroenergía fue de 145.293 TJ, a partir del bagazo 70.545 TJ y a partir de la leña 118.171TJ (Figura 5.22).

**Figura 5.22 Producción oferta interna primaria de energía a partir de fuentes renovables**



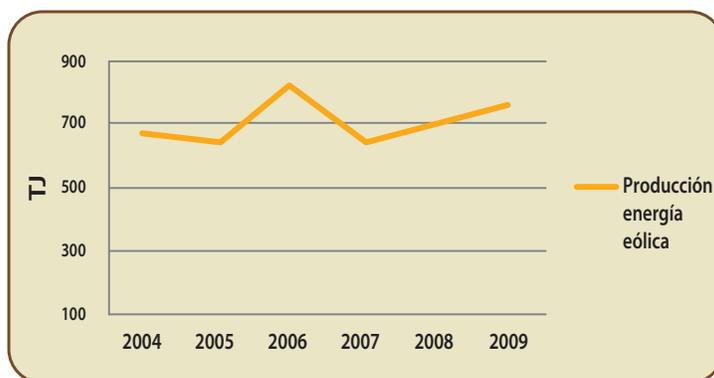
Se determinó a partir de los balances energéticos de la UPME que en Colombia, para el periodo 1990-2009 la producción energética se originó aproximadamente en un 21% en fuentes renovables y un 79% en fuentes no renovables.

La oferta primaria mundial en 2008 provino en un 12.9% de fuentes de energía renovable (IPCC 2011).

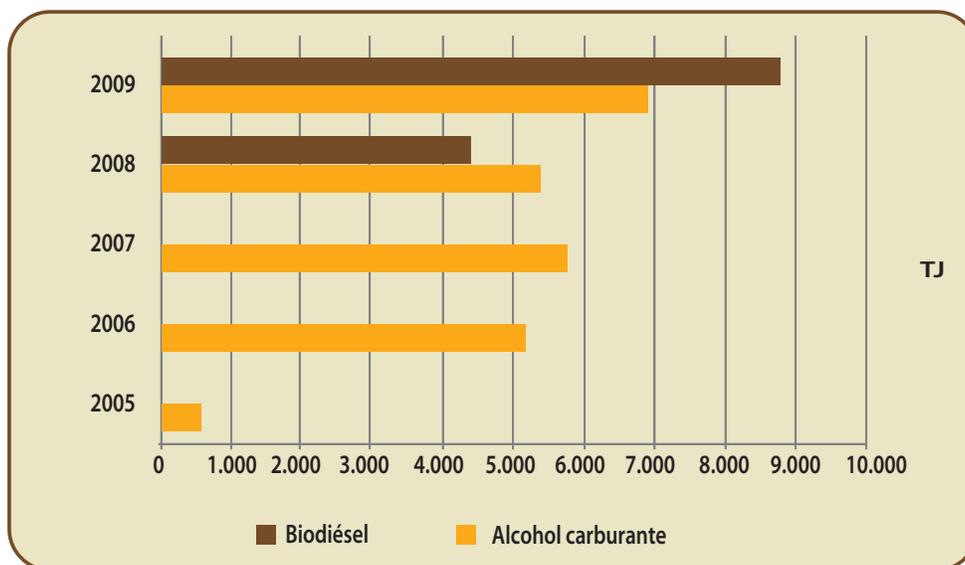
ducción primaria promedio para la oferta interna hasta 2009 de 212 TJ, en el parque experimental Jepírachi (Figura 5.23).

**Biocombustibles:** La producción y masificación de los biocombustibles en Colombia tiene sus comienzos en el segundo semestre del año 2005 con la producción secundaria de alcohol carburante, que alcanzó para el año 2009 los 6.918 TJ y en el año 2008 se inicia la producción de biodiésel llegando a los 8.817 TJ en el 2009.

**Figura 5.23 Producción energía eólica**



**Figura 5.24 Producción secundaria de biocombustibles**





El porcentaje de participación total de las fuentes renovables en la producción energética nacional durante el periodo 1990-2009 correspondió al 21.38%; a nivel primario se produjo el 21.16% de la energía total nacional, teniendo su origen en fuentes hidroenergéticas el 9.46%, leña el 7.10%, bagazo el 4.59% y eólica el 0.013% y a nivel secundario el 0.22% correspondiendo el 0.08% a biodiésel y el 0.14% a alcohol carburante.

La tasa promedio de crecimiento de la energía renovable en la producción primaria fue del 1.64% durante el periodo de análisis, presentando el bagazo y la hidroenergía tasas del 1.77% y 2.58%, respectivamente, la leña una tasa de decrecimiento del -1.25%; la energía eólica durante el periodo 2004-2009 presentó una tasa de crecimiento promedio del 3.46%; y en la producción secundaria el alcohol carburante presentó una tasa del 10.95% entre los años 2006-2009; y con relación al biodiésel este registró casi el doble de su producción del año 2008 al 2009.

#### • Estrategias nacionales para el uso racional y eficiente de la energía y la utilización de energías alternativas

El comportamiento de las emisiones en el periodo 2000-2004 se puede explicar por las gestiones que se han venido desarrollando, al identificar que el uso racional y eficiente de la energía y la participación de las energías alternativas son acciones acertadas al momento de reducir emisiones de GEI en este sector.

Un ejemplo de ello es que en este periodo se adelantaron gestiones relacionadas con las políticas de sustitución de combustibles y de precios, además de fenómenos hídricos favorables. Así mismo la introducción de la política de masificación del gas en el sector transporte iniciada en la década de los 90, disminuyó el uso de otras fuentes más generadoras de GEI (IDEAM 2009c).

Dentro de los principales proyectos y actividades de Uso Racional de Energía (URE), se encuentra el programa de eficiencia energética en edificacio-

nes, iniciado en noviembre de 2009. El proyecto promueve las sinergias entre los protocolos de Kioto y Montreal, por medio de la disminución de emisiones de GEI y de las sustancias que destruyen la capa de ozono, respectivamente, mediante el fomento de un ambiente favorable para optimizar el uso de la energía en las instalaciones y equipos de calentamiento, ventilación, aire acondicionado e iluminación (IDEAM 2009c).

En cuanto a proyectos específicos URE para el sector residencial, se está desarrollando un programa de sustitución de bombillas de baja eficacia luminosa por fuentes de mayor eficacia en el 89% de la población. Así mismo entidades como el MME y el MAVDT, están desarrollando programas de sustitución de refrigeradores ineficientes. Y finalmente se han expido normas tendientes a mejorar la eficiencia energética en iluminación (IDEAM 2009c).

Durante el periodo de tiempo analizado, se observa la participación constante de las fuentes de energía renovable en la matriz energética nacional, sin embargo las tasas de crecimiento no son tan representativas en algunas de ellas, mostrando que el país no está haciendo uso de su ventaja comparativa relacionada con la disponibilidad de sus recursos naturales renovables, máxime cuando aún hay necesidades energéticas sin satisfacer en las Zonas No Interconectadas (ZNI) del país y que el uso de la leña está más asociado a las condiciones socioeconómicas de estas regiones que a la condición de uso de dichas fuentes por su enfoque de renovables y limpias.

Las gestiones relacionadas con políticas de reconversión y sustitución de combustibles; el desarrollo de estrategias sectoriales para la eficiencia energética y el incremento de la participación de las fuentes renovables en la matriz energética nacional continúan siendo elementales para lograr resultados que apunten a que en el corto y mediano plazo el crecimiento de emisiones de GEI en este sector se mantenga relativamente bajo o constante, y en el largo plazo se pueda hacer transición a un futuro bajo en carbono.

### 5.3 Pilotos nacionales de adaptación al cambio climático (medidas de adaptación territorial)

Uno de los más importantes aportes derivados de las diferentes comunicaciones nacionales que el país ha presentado ante la UNFCCC, es que Colombia vive una doble situación asociada al cambio climático. Por una parte es un país cuya participación en el incremento de las emisiones globales es muy baja, pero por otra, dada su ubicación en la zona más cálida del planeta, su alta biodiversidad, la confluencia intertropical, sus patrones de poblamiento y de uso del territorio, lo hacen un territorio especialmente vulnerable a nivel global.

Este segundo aspecto es determinante del desarrollo, ya que el cambio climático se convertirá en uno de los mayores obstáculos para la reducción de la pobreza, debido a la especial vulnerabilidad de los países en vía de desarrollo como Colombia, según estudios y proyecciones hechas por las máximas autoridades en la materia<sup>23</sup>.

La dependencia de sectores altamente sensibles a las variantes condiciones del clima como la agricultura o la explotación de recursos naturales constituye ciertamente una de las principales causas de la debilidad del crecimiento económico. Para países con estas características, la superación de los riesgos asociados a condiciones adversas y/o desastres pueden superar los 5 años, retrasando el crecimiento económico y sus beneficios<sup>24</sup>, por lo cual se hace necesario desarrollar acciones de largo plazo que superen las simples acciones de atención de emergencia o mitigación a las medidas de adaptación.

Las acciones de la sociedad deben estar dirigidas a ajustar sus actuales condiciones de vida y pautas de consumo para reducir su vulnerabilidad frente a fenómenos climáticos extremos y al cambio climático, así como aumentar su resiliencia y su capacidad de adaptación frente a estos fenómenos. Estas medidas son las denominadas medidas de adaptación y deben ser construidas

basadas en información confiable, tales como los estudios de vulnerabilidad. (Capítulo 4) y análisis de tendencia del clima en periodos largos de tiempo (capítulo 2).

Colombia, uno de los primeros países en implementar medidas de adaptación y que se encuentra en construcción de su plan nacional de adaptación, y de los planes nacionales y territoriales. Durante el periodo 2005-2010 importantes avances en el desarrollo, análisis e implementación de medidas de adaptación frente a los efectos adversos del cambio climático.

La dinámica de investigación en cambio climático ha fortalecido la institucionalidad del país en el tema, determinando más que resultados de proyectos, unos lineamientos estratégicos para implementar medidas de adaptación basados en lecciones aprendidas y en el trabajo de lo local a lo nacional.

El Programa Conjunto de Integración de Ecosistemas y Adaptación al Cambio Climático en el Macizo Colombiano y el Proyecto Piloto Nacional de Adaptación al Cambio Climático (INAP); y se encuentran en fase de formulación o inicio de su ejecución alrededor de 10 proyectos, así mismo se están desarrollando las metodologías de análisis de vulnerabilidad (ver capítulo 4) con las cuales se podrán priorizar zonas y medidas de adaptación para las regiones y los sectores.

A continuación se presentan algunos de los resultados de los proyectos piloto en cuanto a medidas de adaptación por la relevancia e importancia que tiene su replicabilidad para la reducción de la vulnerabilidad y el incremento de la resiliencia, la conservación, protección y calidad de vida de la población a nivel nacional.

#### 5.3.1 Proyecto piloto nacional de adaptación al cambio climático (INAP) 2006–2011

Las medidas de adaptación que financia el proyecto INAP apuntan a la mejora en la capacidad



técnica y científica del IDEAM para la realización de escenarios de cambio climático en el país y para difundir la información climática a nivel sectorial, así como la constitución de un sistema de vigilancia y alerta temprana epidemiológica de dengue y malaria en el Instituto Nacional de Salud (INS). Adicionalmente, plantea opciones de adaptación como incluir información de cambio climático en las herramientas de planificación territorial de los ecosistemas en las zonas de alta montaña; mejorar los sistemas agro-productivos y agroecosistémicos; reducir la vulnerabilidad socioeconómica de los habitantes de ecosistemas de alta montaña; incluir la información climática en la toma de decisiones de las zonas insulares del Caribe colombiano y de alta montaña; realizar proyectos de mejora en la disponibilidad de agua fresca en la zona insular del Caribe colombiano y reducir la vulnerabilidad de las actividades económicas, la infraestructura y la población que habita en zonas cercanas a la costa.

Los principales actores son: Agencia Presidencial para la Acción Social y la Cooperación Internacional (Acción Social), Conservación Internacional Colombia y el Banco Mundial, con recursos provenientes del Fondo Mundial para el medio Ambiente (GEF); IDEAM, INVEMAR, CORALINA, INS, y las comunidades de la cuenca del río blanco en el macizo de Chingaza; comunidades raizales de San Andrés y otros actores sociales en donde se implementan las acciones del proyecto.

#### • Resultados alcanzados:

##### Componente A- Escenarios

Se cuenta con la capacidad instalada tanto técnica como profesional para el análisis del cambio climático en Colombia; igualmente, se han realizado análisis de las tendencias de eventos para las 24 regiones del país, con base en 48 series históricas de precipitación mediante el uso del programa RCLIMDEX; se generaron los escenarios A2, B2 y A1B, con y sin sulfatos, para los períodos: 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100, el IDEAM ha

realizado la divulgación de la información generada. Es de destacar que a través del proyecto el IDEAM financia estudios de maestría a 10 profesionales, algunos de los cuales se han integrado al equipo técnico del instituto; igualmente, se adelantó la capacitación de funcionarios a nivel internacional. Finalmente, el IDEAM generó el primer congreso nacional del clima, evento en el cual y con la participación de expertos nacionales e internacionales se presentaron y discutieron algunos resultados del proyecto y otras temáticas de interés nacional.

La información generada para las 24 regiones hidroclimáticas del país está disponible de manera permanente y es consultada para procesos de planificación sectorial. En cuanto a los escenarios de cambio climático generados por el proyecto son solicitados permanentemente por tomadores de decisión especialmente el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y sectores productivos como el agrícola y energético.

##### Componente B- Alta Montaña

Este componente, a cargo del IDEAM e implementado en el Macizo de Chingaza, el Parque de los Nevados y el Páramo de Las Hermosas, avanzó en la modelación de los ciclos del agua y del carbono para ecosistemas de alta montaña a partir de datos de campo recolectados en desarrollo del proyecto; de manera preliminar se tiene el análisis de los aportes hídricos y contenidos de biomasa para estos ecosistemas y un proceso de investigación de mediano plazo iniciado para conocer mejor la dinámica de estas dos variables en los ecosistemas de alta montaña.

Se viene trabajando con las comunidades del área en la generación e implementación de acciones de restauración en busca de recuperar áreas tanto para la producción, como zonas estratégicas para los procesos de producción y regulación hídrica, (nacimientos, zonas de ronda, etc). Se implementaron modelos productivos sostenibles que tienen en cuenta aspectos de

seguridad alimentaria, manejo ambiental, disminución de la vulnerabilidad y viabilidad financiera y económica que permitirán modificar las prácticas productivas tradicionales que en la actualidad causan afectaciones severas sobre los recursos naturales del área. Igualmente y con base en los diferentes estudios realizados en la zona y a través del trabajo interinstitucional se ha venido apoyando a los municipios de La Caledra y Choachí en los procesos de planificación territorial, de manera tal que se incluya el tema de cambio climático en los instrumentos de ordenamiento. Es de mencionar que todo el trabajo desarrollado estuvo enmarcado en la participación activa de los actores locales.

Vale la pena destacar que varios de los productos generados por el proyecto han sido utilizados por las autoridades municipales en sus procesos de planificación local; es así como se entregó cartografía a escala 25.000 de las áreas de estudio, se apoyó de manera técnica a los municipios en temas de gestión del riesgo, gestión ambiental e identificación de vulnerabilidad, entre otros, y se estableció la primera propuesta curricular que incluye en todas las áreas el componente ambiental; con ello se espera que, en el mediano plazo, las comunidades se apropien de los procesos en busca de reducir la vulnerabilidad del territorio.

Finalmente, los procesos de concertación y trabajo comunitario permitieron que los pobladores locales destinaran parte de sus áreas de producción a actividades de conservación que garantizarán un mejor manejo ambiental del área y una reducción de la vulnerabilidad frente a posibles eventos de reducción de precipitación y aumento en la temperatura promedio.

#### Componente C-Continental.

354 Implementado por el Invemar, este componente comprende dos medidas de adaptación: la estruc-

turación y puesta en marcha de un sistema de monitoreo ambiental y la implementación de un área marina protegida en la zona de Corales del Rosario e Isla Fuerte. Para el primer aspecto se instalaron 2 estaciones meteoceanográficas las cuales cuentan con equipos de última tecnología para el seguimiento de los cambios y variaciones de aspectos climáticos en el Caribe colombiano; estas estaciones están apoyadas a través de un centro administrador de datos, donde se recopila y analiza la información que sirve de base para el apoyo a toma de decisiones en temas de manejo. Dentro de este mismo componente se incluyen procesos de investigación dentro de los cuales se destaca el tema de termotolerancia de arrecifes coralinos. Los resultados preliminares se publican de manera periódica en el Portal Cambio Climático implementado por el Invemar.

#### Componente C- Insular Oceánico

Este componente, ejecutado por CORALINA, comprende tres medidas de adaptación: El manejo integral del agua, la implementación del Sistema de Área Marina Protegida (AMP) en la Reserva de la Biosfera Sea Flower y el manejo integrado costero.

Se ha avanzado en la construcción de tres sistemas integrados para el manejo de agua que han sido implementados en sectores de la isla de San Andrés susceptibles a sufrir desabastecimiento por la salinización de los acuíferos; estos se desarrollaron con la participación de las comunidades locales quienes han venido asumiendo las actividades de mantenimiento, manejo, seguimiento y monitoreo con el acompañamiento de CORALINA. En trabajo conjunto con instituciones del área, se viene avanzando en un ejercicio de control y vigilancia que permita un mejor manejo ambiental. Por otra parte, se trabaja en la implementación de modelos piloto de agricultura y porcicultura sostenible.

Por último y atendiendo la normatividad local frente al tema de vivienda, teniendo en cuenta



las condiciones bioclimáticas del archipiélago, así como aspectos culturales en la construcción de la misma, se cuenta con una propuesta de diseño arquitectónico de vivienda local que tiene en cuenta las posibles variaciones frente al cambio climático en la isla.

#### Componente D- Salud Humana

Este componente, bajo responsabilidad del INS, tiene una única medida de adaptación, que es el diseño e implementación de un Sistema Integrado de Vigilancia y Control para la Malaria y Dengue que permita detectar los cambios en la dinámica de transmisión y las acciones de control más pertinentes. En este sentido se continúa trabajando con socios internacionales y nacionales que han venido apoyando en el suministro de información y modelamiento estadístico para malaria. Se cuenta con una plataforma operativa que permite generar información relevante frente a posibles epidemias, la cual está disponible para el acceso a los diferentes usuarios. Se está evaluando la pertinencia de modelos estadísticos frente a modelos dinámicos para la predicción de epidemias a fin de proponer la utilización de los más eficientes.

Se generó una propuesta inicial para mejorar la metodología de control de calidad del diagnóstico en malaria y se avanza en una propuesta respecto a la vigilancia entomológica. Se espera que con las herramientas desarrolladas a través de este componente se diseñen estrategias eficaces frente a la prevención, control y manejo del dengue y la malaria.

Vale la pena aclarar que si bien se trata de un proyecto piloto, las lecciones aprendidas y resultados obtenidos representan un gran avance no solo a nivel de generación de conocimiento en temas de cambio climático y adaptación, sino como un referente en futuros proyectos frente al tema.

### **5.3.2 Programa Conjunto de integración de ecosistemas y cambio climático en el macizo colombiano<sup>25</sup>**

El Programa Conjunto de Cambio Climático tiene como objetivo contribuir al logro de los ODM, la reducción de la vulnerabilidad de las comunidades y el fortalecimiento del tejido social e institucional para afrontar los retos de la adaptación. Es una iniciativa que inició en marzo de 2008 y termina en marzo de 2011, apoya la formulación de políticas relacionadas con adaptación al cambio climático a nivel nacional, contribuye al fortalecimiento de capacidades locales y regionales para la adaptación, y desarrolla una experiencia piloto demostrativa en la cuenca alta del río Cauca, en el macizo colombiano, considerado como la principal estrella fluvial del país. Específicamente está localizado en la cuenca alta del río Cauca: municipios de Popayán y Puracé en el macizo colombiano. Aproximadamente, 60.000 hectáreas, comprende el río San Andrés, río San Francisco y río Las Piedras.

#### Síntesis de resultados esperados del Programa

El Programa Conjunto es una iniciativa que ha desarrollado de manera participativa el análisis de la vulnerabilidad actual del territorio al cambio climático, a partir del cual se realizó la construcción de una ruta de transición para la adaptación al cambio climático, en la cuenca alta del río Cauca, mediante el diálogo intercultural, la conformación de equipos de sabedores y promotores del pueblo Kokonuco y las organizaciones campesinas y el acompañamiento de instituciones nacionales, regionales, locales y del Sistema de Naciones Unidas (PNUD, FAO, UNICEF y OPS).

#### Resultado 1: Aporte a la construcción de políticas nacionales

Los impactos y causas del cambio climático y las amenazas que impone a las metas de desarrollo nacional, sustrae este tema de las políticas meramente ambientales y justifica la adopción de un enfoque programático que supere la acción a partir de medidas sectoriales, proyectos y programas.

Para fortalecer este enfoque se requiere abordar las interrelaciones de los procesos de manera sistemática, construyendo orientaciones y lineamientos de carácter multisectorial y territorial. El aporte del programa se concentra en las políticas relacionadas con adaptación, que trasciendan la experiencia local, para llevar a escala medidas que generen impactos significativos a nivel nacional, en este sentido el programa ha realizado aportes articulando las estrategias de pobreza, la política hídrica nacional y elementos para la construcción de la política de cambio climático en el componente de adaptación.

 Resultado 2: Ruta de transición para la adaptación: Agua y comida segura en un territorio saludable

La ruta es una estrategia que se constituye en un camino para asumir las transformaciones que se requieren, para comenzar desde ahora a desarrollar en el tiempo medidas integrales de adaptación construidas mediante el diálogo de saberes y el aprender haciendo, para fortalecer la seguridad alimentaria y nutricional de la población local, el acceso y abastecimiento del agua permanente para el consumo humano, la producción, esto no será posible sin un pacto con la naturaleza, y acciones que la protejan para que sea fuerte y vigorosa, como fuente y protectora de vida.

 Resultado 3: La adaptación basada en el fortalecimiento de las capacidades locales

El cambio climático implica cambios en el territorio y en quienes lo habitan, la adaptación permite la preparación de la sociedad para evolucionar con el territorio, para asimilar la incertidumbre y para desarrollar estrategias innovadoras, que disminuyan la vulnerabilidad y contribuyan al desarrollo local. En este sentido el fortalecimiento de las capacidades locales ha implicado la evaluación participativa de buenas prácticas institucionales, sociales, ambientales y económicas en el territorio, la conformación de las escuelas de campo para la adaptación, la participación de sabedores de las comunidades indígenas y campesinas, la proyección y resignificación de estrategias adaptativas propias como el trueque, la

red de custodios de semillas, así el establecimiento de áreas de conservación bajo reglamentos propios. Otras estrategias innovadoras se relacionan con los sistemas de monitoreo del clima, eventos extremos y los riesgos asociados, el fomento a especies nativas con valor agregado y resistentes a eventos climáticos extremos.

#### • Ruta de adaptación al cambio climático: Agua y comida segura en un territorio saludable

##### ¿Qué es la ruta de adaptación?

Para las comunidades del pueblo kokonuco y las organizaciones campesinas la ruta de adaptación es un proceso de transición en el tiempo, un largo camino por recorrer para llegar a un mejor vivir y afrontar los cambios del clima y la sociedad de manera positiva a partir de su identidad y sus capacidades organizativas y políticas.

La ruta de adaptación al cambio climático ha sido construida participativamente teniendo en cuenta los resultados del análisis de vulnerabilidad actual al cambio climático y las características culturales propias del territorio. Los contenidos de esta ruta como son el enfoque, visión, estrategias, definición e inversiones y los resultados ha sido parte de un proceso de concertación con las organizaciones sociales y los gobiernos indígenas presentes en el territorio.

Durante el proceso de definición de la ruta de transición, se identificó de manera compartida entre las organizaciones sociales e instituciones gubernamentales y no gubernamentales con presencia en el área piloto, la siguiente visión de desarrollo sostenible de la zona a partir de la cual, las organizaciones e instituciones participantes, conjuntamente han identificado tres ejes fundamentales en los cuales la adaptación al cambio climático se convierte en un elemento estratégico. Para cada uno de ellos se definen resultados específicos y se articulan las acciones concretas para garantizar a futuro “**Agua y comida segura en un territorio saludable**”.



El marco de acción de la adaptación al cambio climático en el que se basa esta ruta de transición y las medidas de adaptación que la componen, busca fortalecer la capacidad de los gobiernos y comunidades para enfrentar la vulnerabilidad existente frente a la variabilidad climática y los extremos climáticos, de modo que se mejore la capacidad de respuesta de la comunidad.

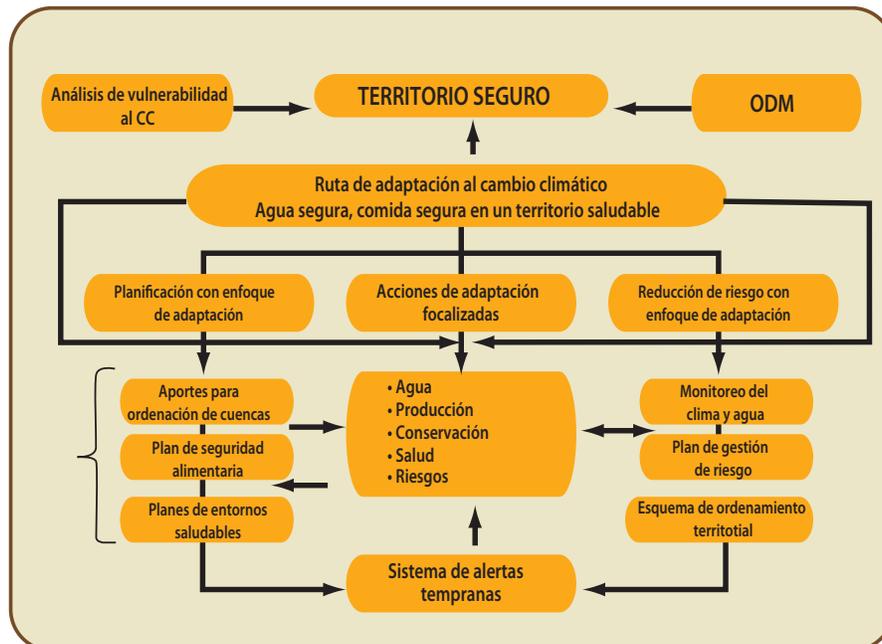
La ruta de transición se enmarca dentro del concepto de Desarrollo Humano Integral Sostenible, el cual pone especial énfasis en la superación de la pobreza, mediante la satisfacción de las necesidades básicas de la población y el cumplimiento de los derechos humanos, actuando principalmente en las áreas y comunidades definidas como más vulnerables y apoyando la diversificación productiva, la seguridad y soberanía alimentaria, la conservación de la base ecosistémica, sus funciones ambientales, el acceso al agua y mecanismos e instrumentos para afrontar los riesgos en un clima cambiante. Para ello se han definido estrategias que rescatan los valores culturales de la comunidad y facilitar la construcción de un esquema de integración territorial “abajo hacia arriba” (Local-Cuenca-Ecosistema) y horizon-

tal (dimensiones económicas, sociales, culturales, ambientales y políticas), con la participación activa de la comunidad y de las instituciones.

Teniendo en cuenta los desafíos adicionales que el cambio climático impone al logro de cada uno de sus ejes, el programa propone a corto plazo fortalecer las capacidades de las organizaciones sociales y las instituciones locales para reducir la vulnerabilidad del territorio (comunidades y ecosistemas) y generar estrategias de desarrollo que consideren los riesgos asociados a la variabilidad y al cambio climático, mediante la implementación de experiencias demostrativas a nivel territorial y en áreas prioritarias.

Para conseguir que la población y sus organizaciones se adapten y tomen medidas ante el impacto y amenazas actuales y futuras del cambio climático, es necesario fortalecer las capacidades individuales y organizacionales que busquen cambiar los comportamientos, actitudes, prácticas y formas de organizarse que favorezcan la adaptación, y también, reforzar, redescubrir y redignificar acciones y prácticas sostenibles, muchas de ellas ancestrales. De lo anterior se

**Figura 5.25** Esquema de ruta de adaptación al cambio climático



Fuente: Programa conjunto 2010 Integración de ecosistemas y cambio climático en el Macizo Colombiano.

desprende que estos cambios dependen de la voluntad; del saber y de su visión de futuro, y finalmente, del incremento e innovación de los conocimientos y la sabiduría para compartirla con todos los habitantes de la región.

Durante el proceso de definición de la ruta de transición, se identificó de manera compartida entre las organizaciones sociales e instituciones gubernamentales y no gubernamentales con presencia en el área piloto, una visión de desarrollo sostenible de la zona a partir de la cual, las organizaciones e instituciones participantes, conjuntamente definieron tres ejes fundamentales en los cuales la adaptación al cambio climático se convierte en un elemento estratégico. Para cada uno de ellos se definen resultados específicos y se articulan las acciones concretas para garantizar a futuro “Agua y comida segura en un territorio saludable”.

Para materializar la ruta de transición para la adaptación agua y comida segura en un territorio saludable se definieron cinco medidas.

#### • Medidas de Adaptación Macizo Colombiano

1. Manejo adaptativo del territorio: Busca disminuir los niveles de vulnerabilidad de la comunidad y disminuir la sensibilidad de los ecosistemas a los impactos del cambio climático.
2. Comida segura para la seguridad y soberanía alimentaria en un clima cambiante: Intenta aumentar la capacidad de respuesta local a los impactos de la variabilidad climática en la seguridad y soberanía alimentaria, a través del fortalecimiento de los sistemas de producción tradicional.
3. Agua segura en un territorio saludable: Pretende disminuir los niveles de vulnerabilidad a los impactos de la variabilidad climática ampliando la cobertura de agua para uso productivo y humano, en este último, además mejorar la calidad para proteger la salud de la comunidad.

4. Planificación territorial para reducción del riesgo: Procura aumentar capacidad de respuesta para la reducción de los riesgos por amenazas naturales recurrentes asociadas a impactos de la variabilidad climática.

5. Fortalecimiento organizativo: Esta es una medida transversal que busca generar apropiación del conocimiento sobre los riesgos y oportunidades del cambio climático, fortalecer la relación entre las instituciones y la comunidad para la toma de decisiones y el ajuste de políticas e instrumentos de planificación con consideraciones de adaptación.

Las medidas de adaptación, enunciadas anteriormente comprenden dos tipos de acciones: unas que se han llamado territoriales y otras que se han llamado focalizadas, las cuales se describen a continuación:

*Acciones territoriales:* Las acciones territoriales tienen una cobertura a nivel municipal y del área piloto, que brindan un beneficio colectivo y abarcan a la comunidad en general, fortaleciendo desde los instrumentos de planificación municipal y comunitaria la visión de “Agua y comida segura en un territorio saludable”, las cuales son: i) incorporar la gestión del riesgo en el esquema de ordenamiento territorial con enfoque de adaptación, ii) formular el plan de seguridad alimentaria y nutricional de Puracé incorporando los elementos de adaptación al cambio climático, iii) gestión del riesgo asociada a los impactos de la variabilidad climática a nivel institucional y comunitario, iv) planes de entornos saludables con pilotos demostrativos en áreas comunitarias priorizadas, v) fortalecimiento del trueque como medida de adaptación propia, vi) acceso y calidad del recurso hídrico.

*Acciones integrales focalizadas en áreas prioritarias:* En el área del programa se identificó el agua como eje estructural para la adaptación al cambio climático y en torno al cual se moviliza el interés de todos los actores involucrados en el proceso, pero también se comprende que el resguardo y la vereda son las unidades culturales y de pertenencia social del territorio y que



deben ser comprendidas al momento de focalizar las acciones. Bajo estas consideraciones se han definido las áreas prioritarias o “franjas” de intervención que permite manejar la continuidad y conectividad de ecosistemas, los vínculos sociales y culturales de la población, a partir de la funcionalidad y uso de las corrientes de agua.

Para definir estas áreas, además de los niveles de vulnerabilidad en los ejes de ecosistemas, sistemas productivos y agua, organizaciones campesinas y cabildos indígenas, consideraron como criterios más específicos agua –naci-

mientos y bocatomas– , zonas de conservación comunitaria y de significancia cultural, al igual que la ubicación de la población. Las áreas priorizadas permitieron focalizar acciones y direccionar recursos a población dispuesta a innovar y consolidar procesos organizativos, de manera que las experiencias demostrativas generen resultados replicables y efectos tempranos en el territorio para la adaptación.

Para conocer más acerca de las caracterizaciones y de las actividades del proyecto pueden consultar la página [www.cambioclimaticomacizo.org](http://www.cambioclimaticomacizo.org).



## **Notas finales**

- <sup>1</sup> Lineamientos para la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Documento CONPES 3680 de 2010, MAVDT, UAESPNN, DNP-SDAS.
- <sup>2</sup> Decreto N° 2372 de 2010.
- <sup>3</sup> Subdirección Técnica Parques Nacionales Naturales de Colombia SUT 003742, 29/04/11.
- <sup>4</sup> Subdirección Técnica Parques Nacionales Naturales de Colombia SUT 003742, 29/04/11.
- <sup>5</sup> Préstamos BID 774910-CO y BID 1556-CO, invertidos en los programas SINA I y SINA II.
- <sup>6</sup> FEDEMADERAS, diciembre 2009, Edición 13 . Bogotá, D. C.
- <sup>7</sup> Los datos presentados en este indicador señalan solamente las áreas sembradas y no reflejan la oferta real de la plantación en pie, dado que no consideran los aprovechamientos realizados sobre ellas.
- <sup>8</sup> No se presenta en este documento toda la información reportada por el ICA, ya que muchos de estos registros corresponden a árboles aislados, que no fueron contabilizados.
- <sup>9</sup> En cuanto al número de establecimientos que han reportado información, se infiere que existen aún muchos otros establecimientos generadores de residuos peligrosos que no han realizado el diligenciamiento de la información sobre generación y gestión de RESPEL en el registro o que existen registros diligenciados por los generadores que no han sido aún transmitidos al sistema de información ambiental por parte de algunas autoridades ambientales, por lo que las cifras relacionadas en el presente informe no representan estos valores. Sin embargo, es importante recordar que los datos que conforman las salidas de información utilizadas para la elaboración de este documento son reportados directamente por los generadores, con base en los registros que los mismos establecimientos llevan de este tipo de residuos, es decir, se asume como información real y soportada. Y se espera que parte de la consolidación del proceso de obtención y validación de la información, en un mediano plazo y con el esfuerzo de las empresas y las autoridades ambientales, sea cada vez más ajustada a la realidad.
- <sup>10</sup> Informe Nacional N° 3, IDEAM 2011.
- <sup>11</sup> Convenio de Basilea. Lista B. Desechos que no estarán sujetos a lo dispuesto en el apartado a) del párrafo 1 del Artículo 1 del Convenio de Basilea, a me-



nos que contengan materiales incluidos en el anexo I en una cantidad tal que les confiera una de las características del anexo III. Anexo IX.

- <sup>12</sup> Informe Anual sobre el Estado del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables en Colombia: Calidad del Aire, IDEAM 2007.
- <sup>13</sup> El micrómetro o micra es la unidad de longitud equivalente a una millonésima parte de un metro. Su símbolo científico es  $\mu\text{m}$ .
- <sup>14</sup> Si bien la encuesta fue remitida a 25 autoridades ambientales, solo se obtuvo respuesta de 17 de ellas, las cuales se mencionan a continuación: AMVA, CORPOGUAJIRA, CORPOCALDAS, CAR, CORNARE, CORPONARIÑO, CARDER, CRA, CRC, CORANTIOQUIA, CORPAMAG, CORTOLIMA, CVC, CDMB, DAGMA, SDA y CARDIQUE.
- <sup>15</sup> Décima parte del Bel, razón de energía, potencia o intensidad que cumple con la siguiente expresión:  $\text{Log } R = 1\text{dB}/10$ . Donde R= razón de energía, potencia o intensidad, Anexo 1 Definiciones de la Resolución 627 de 2006.
- <sup>16</sup> Unidad de medida de nivel sonoro con ponderación frecuencial (A), (Resolución 627 de 2006).
- <sup>17</sup> Capítulo 2, Inventario Nacional de Fuentes y Sumideros de GEI 2000-2004, IDEAM 2009, pág. 50.
- <sup>18</sup> Capítulo 2, Inventario Nacional de Fuentes y Sumideros de GEI 2000-2004, IDEAM 2009, págs. 94-95.
- <sup>19</sup> Capítulo 3, Mitigación, SCN, IDEAM et ál., 2010, pág. 188.
- <sup>20</sup> Todas y cada una de las fuentes energéticas que para su obtención no requieren de un centro de transformación, sino que se obtienen directamente de la naturaleza, por extracción o por residuo de otros procesos de producción, Balances Energéticos 1975-2006, UMPE 2007.
- <sup>21</sup> Energía obtenida a través de un centro de transformación por medio de un proceso de producción, UMPE 2007.
- <sup>22</sup> Terajoule: unidad de medida energética que equivale a  $10^{12}$  joule.
- <sup>23</sup> STERN, N. 2009. La economía del cambio climático. Ministerio de... Londres.
- <sup>24</sup> Jaramillo C., 2009. Do Natural Disasters Have Long-term Effects on Growth? Documento CEDE. Uniandes. Bogotá.
- <sup>25</sup> Andrés González P, Claudia Capera L., Cuervo Patricia, et ál. Programa conjunto integración de ecosistemas y adaptación al cambio climático en el Macizo Colombiano. Documentos de trabajo.





Fotografía: María Margarita Gutiérrez Arias

## Referencias bibliográficas

Acevedo, G. (2004). Política Nacional del Agua. Memorias XV Convención Científica Nacional: Mares, Ríos y Aguas Interiores, 8-20. Octubre 21-23. Cartagena- Colombia.

Achard, F., Defries, R., Eva, H., Hansen, M., Mayaux, P. & Stibig, H-J. (2007). Pan-tropical monitoring of deforestation. *Environ. Res. Lett.* 2: 045022.

Allen, R. R. (1971). Relation between production and biomass. *J. Fish. Res. Board Can.*, 28:1573-1581.

Anaya, J.A., Chuvieco, E. & Palacios-Orueta, A. (2009). Aboveground biomass assessment in Colombia: A remote sensing approach. *Forest Ecology and Management* 257: 1237–1246.

Ansari, T.M., L.I. Marr Y N. Tarid. (2004). Heavy metals in marine pollution perspective-A mini review. *Journal of Applied Sciences* 4(1): 1-20.

Arancibia, H., S. Neira, V. Christensen, R. Olson, F. Arreguín-Sánchez, L. Cubillos, R. Quiñones, C. Gatica & M. Medina. (2003). Enfoque metodológico para el análisis ecosistémico en la administración de pesquerías de la zona central de Chile. Informe Final Proyecto FIP N° 2001-29.

Arvanitidou. M., K. Kanellou, V. Katsouyannopoulos Y A.Tsakris. (2002). Occurrence and densities of fungi from northern Greek coastal bathing waters and their relation with faecal pollution indicators. *Water Research* 36: 5127 – 5131.

Atwood D.K., F.J. Burton, J.E. Corredor, G.R. Harvey, A.J. Mata-Jimenez, A. Vasquez-Botello y B.A. Wade. (1988). Petroleum Pollution in the Caribbean. *Oceanus* 30(4): 25-32.

Barrios, L.M. y M. López-Victoria (2001). Gorgona Marina: contribución al conocimiento de una isla única. INVEMAR, Serie de Publicaciones Especiales No. 7, Santa Marta.

Birkeland, C. (Ed). (1997). Life and death of corals reefs. Chapman and Hall, New York.

Cabrera E., Vargas D.M., Galindo G., García M.C., Ordóñez M.F. (2011). Cuantificación de la tasa de Deforestación para Colombia, Periodo 1990-2000, 2000-2005. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)-. Memoria Técnica. Bogotá D.C.

Cadavid, B.C., P. Bautista, J.M. Betancourt, L.E. Castro, C.A. Villamil, A.M. Orjuela, S. Rifaterra, L.V. Perdomo, E. Vilorio, D. Mármol y M. Rueda. (2009). Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Invemar. Informe Técnico Final. Santa Marta.

Cardona, M.C., Alarcón, J.C., Anzola, A. & Cajamarca, J. (2001). Metodología para la estimación de la biomasa aérea y contenido de carbono en bosques. Instituto de Hidrología, Bogotá, D.C.

Caricomp. Network. Proc. 8th Int. Coral Reef Symp.

Christensen, V. and D. Pauly (Eds.). (1993). Trophic models of aquatic ecosystems. ICLARM Conf. Proc., 26.

Christensen V., Walters C., Pauly D. (2005) edn. Fisheries Centre, University of British Columbia, Vancouver; 2005 November. Ecopath with Ecosim: a User's Guide.

Churchill, S. P., Balslev, H., Forero, E. & Luteyn, J. L. (eds.) (1995). Biodiversity and conservation of neotropical montane forests. The New York Botanical Garden, xiv.

Cintrón-Molero, G y Y. Schaeffer-Novelli. (1983). Introducción a la Ecología del manglar. ROSTLAC/UNESCO. Montevideo.

CITES. (2008). Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora Appendices I, II, III. Web site:<http://www.cites.org/eng/app/appendices.shtml>.

CITES. (2009) en: <http://www.cites.org>.

COLCIENCIAS. (1999). Plan estratégico 1999-2004. Programa Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar. Bogotá.

CONAMA. (2009). Consejo Nacional del Medio Ambiente. Norma de de calidad primaria para la protección de aguas marinas y estuarinas aptas para actividades de recreación con contacto directo. Decreto 144, 05 marzo, 2009. República de Chile.

CORPOURABÁ (Corporación para el Desarrollo Sostenible de Urabá). (2002). Zonificación y Ordenamiento de los Manglares del Golfo de Urabá, departamento de Antioquia.

CORPOURABÁ (Corporación para el Desarrollo Sostenible de Urabá). CODECHOCÓ (Corporación para el desarrollo Sostenible del Chocó). (2006). Plan de Manejo Integrado de los Humedales del Bajo y Medio Atrato: Municipios de Carmen del Darién, Riosucio, Bojayá y Unguía en el departamento del Chocó y Vigía del Fuerte, Turbo y Murindó en Antioquia.

Crisp, D. J. (1984). Energy flor measurements. In: Holme N.A. y A.D. McIntyre (eds). Methods for the study of the marine benthos. IBP Handbook 16. Blackwell, Oxford.

Day, J. y A. Yañez-Arancibia. (1982). Coastal lagoons and estuaries, ecosystem approach. OEA-Sría. Gral. Ciencia Interamericana (Mar. Sci.).

De Nevers, N. (1998). Ingeniería de control de la contaminación del aire. Editorial McGrawHill.

Defler, T. R. & P. A. Palacios. (2002). Zonificación Ambiental para el Ordenamiento territorial. Libro de memorias. Instituto Amazónico de Investigaciones Imani & Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D.C.

Defries, R., Achard, F., Brown, S., Herold, M., Murdiyarsa, D., Schlamadinger, B. & De Souza Jr., C. (2007). Earth observations for estimating greenhouse gas emissions from deforestation in developing countries. Environmental Science & Policy.

DANE. (2008). Censo general 2005. Información básica DANE Colombia. Procesado con Redatam + SP, CEPAL/CELADE 2007. <http://www.dane.gov.co/> Con acceso el 28/10/2008.

Díaz, J.M., L.M. Barrios, M.H. Cendales, J. Garzón-Ferreira, J. Geister, M. López-Victoria, G.H. Ospina, F. Parra-Velandia, J. Pinzón, B. Vargas-Angel, F. Zapata y S. Zea. (2000). Áreas coralinas de Colombia. En INVEMAR. Serie publicaciones especiales No. 5. Santa Marta.

Díaz, J.M., L.M. Barrios, D.I. Gómez-López. (2003). Praderas de pastos marinos en Colombia: Estructura y distribución de un ecosistema estratégico. Invemar, Serie Publicaciones Especiales No. 10. Santa Marta.



- Díaz-Pulido, G. (1997). Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad en Colombia. Programa de biodiversidad y ecosistemas marinos. INVEMAR. Santa Marta.
- DNP. (2008). Diseño del índice Sisben III en su tercera versión. Dirección de Desarrollo Social, Grupo de Calidad de Vida. Carmen Alicia Flórez (Uniandes), Francisco Espinosa (DNP) y Lina María Sánchez (DNP). Coordinador: Roberto Angulo S. Bogotá, Colombia.
- DNP. (2010). CONPES 3680, Lineamientos para la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Bogotá.
- EEA. (2001). Traffic noise: exposure and annoyance. European Environmet Agency.
- EPA. (1999). National Recommended Water Quality Criteria–Correction. U.S. EPA, 401 M. Street, S.W., Washington, D.
- EPA. (2002). National Recommended Water Quality Criteria. United States Environmental Protection Agency. EPA-822-R-02-047. 36 pp.
- Escobar, J. (2002). La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar. División de Recursos Naturales e Infraestructura. Naciones Unidas. CEPAL - Serie Recursos Naturales e Infraestructura N° 50.
- Etter, A. (1992). Caracterización ecológica general y de la intervención humana en la Amazonía Colombiana. En: Amazonía Colombiana: Diversidad y Conflicto. Colciencias, CONIA, CEGA, Bogotá.
- Field, C. (1997). La restauración de ecosistemas de manglar. Organización Internacional de maderas tropicales.- OIMT. Sociedad Internacional para los Ecosistemas de manglar. ISME. Managua.
- Garay, J. (1994). Inventario sobre capacidades portuarias para recepción y manejo de residuos contaminantes provenientes de buques – fase II (Barranquilla y Santa Marta). Bol. Cient. CIOH, No 15. Cartagena, Colombia.
- Garay, J. et ál. (2001). Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia REDCAM. Informe técnico 2001. Invemar, Santa Marta.
- Garay, J., L.A. Castro y C. Ospina. (1992). Contaminación por hidrocarburos derivados del petróleo en el litoral caribe colombiano, cispata hacia riohacha. Boletín científico cioh.
- Garzón-Ferreira J. y M. Cano. (1991). Tipos, distribución, extensión y estado de conservación de los ecosistemas marinos costeros del parque nacional natural tayrona. Séptimo concurso nacional de ecología, fondo para la protección del medio ambiente - FEN Colombia, Bogotá.
- Gentry, A., (1995). Patterns of diversity and floristic composition in neotropical montane forests. En: Churchill, s., Balslev, h., Forero, e. & Luteyn, j. Biodiversity and conservation of neotropical montane forests. The New York Botanical Garden, Bronx.
- Gibbs, H.K. (2006). Olson's major world ecosystem complexes ranked by carbon in live vegetation: an updated database using the glc2000 land cover product ndp-017b available at <http://cdiac.ornl.gov/epubs/ndp/ndp017/ndp017b.html> from the carbon dioxide information center, oak ridge national laboratory, oak ridge, tn.
- Gibbs, H.K., Brown, B., Niles, J., & Foley, J., (2007). Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: making redd a reality. Environ. Res. Lett.
- Gil – Torres, W., Fonseca, G., J. Restrepo, P. Figueroa, L. Gutiérrez, G. Gómez, M., Sierra – Correa, P.C., Hernández – Ortiz, M., A. López. y C. Segura – Quintero. (2009). Ordenamiento ambiental de los manglares de la alta, media y baja Guajira.
- Gómez-López, D.I, A. Rodríguez-Ramírez y A. Jáuregui. (2005). Estado de las praderas de pastos marinos en Colombia: 111-123. En: Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: año 2004. Invemar, Santa Marta, Serie de Publicaciones Periódicas No. 8 .
- González, M., T. Torres y S. Chiroles. (2003). Calidad microbiológica de aguas costeras en climas tropicales. Revista Cuba, Medio ambiente y Desarrollo.

Grigg R.W. y S.J. Dollar. (1990). Natural and anthropogenic disturbance on coral reefs. 439-452. En: dubinsky, z. (ed). Ecosystems of the world. Coral reefs. Elsevier science b.v. Amsterdam, the netherlands.

Guevara-Mancera, O. A., H. Sánchez-Páez, G.O. Murcia-Orjuela, H.E. Bravo-Pazmiño, F. Pinto-Nolla Y R. Álvarez-León. (1998). Conservación y uso sostenible de los manglares del pacífico colombiano. En: Sánchez-Páez, H., O.A.

Guevara-Mancera y R. Álvarez-León. Proy. Pd 171/91 rev. 2 fase II (etapa I) conservación y manejo para el uso múltiple y el desarrollo de los manglares de Colombia, Minambiente / Acofore / Oimt. Santafé de Bogotá D. C. (Colombia).

Gutiérrez Rey, F., Acosta Muñoz, L.E. and Salazar Cardona, C.A. (2004). Perfiles urbanos en la Amazonía Colombiana. SINCHI, bogotá.

Guzmán, A. y Solano. (2002). Estado de los fondos blandos de la plataforma continental, pp 71-75. En: Ospina-Salazar G. H. y A. Acero (eds). INVEMAR, informe del estado del los ambientes marinos y costeros en colombia: año 2001. (serie de publicaciones periódicas no. 8.). Medellín, cuartas impresiones.

Harrison, J. y B. Perry. (1975). Human effects from oil discharges. En: la contaminación marina en el pacífico colombiano bajo un enfoque social y económico. Boletín científico del cccp.

Herrera, A. y P. Suárez. (2005). Indicadores bacterianos como herramientas para medir la calidad ambiental del agua costera. Interciencia 30.

Hofstede, R. (2003). Los paramos en el mundo: su diversidad y sus habitantes. En. Hofstede, r., p. Segarra y p. Mena (eds.). 2003. Los paramos del mundo. Proyecto atlas mundial de los paramos. Global peatland initiative / nciun / ecociencia, quito.

Hurtado G. Gonzales O., IDEAM. (2010). Evaluación de la afectación territorial de los fenómenos El Niño/La Niña y análisis de la confiabilidad de la predicción climática basada en la presencia del evento. IDEAM, [www.ideam.gov.co](http://www.ideam.gov.co).

Hughes T. (1994). Catastrophes, phase shifts and large-scale degradation of a caribbean coral reef. Science 265.

IDEAM. (2004). Informe anual sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales renovables en Colombia. IDEAM. Bogotá D. C.

IDEAM. (2005). Atlas Climatológico de Colombia. Bogotá.

IDEAM, et ál. (2007). Mapa nacional de ecosistemas continentales, costeros y marinos, escala 1:500.000.

IDEAM. (2008). Guía técnico - científica para la ordenación de las cuencas hidrográficas en Colombia. Segunda versión. Octubre, 2008. Disponible en: <http://corponarino.gov.co/expedientes/documentacion/ayudaa/guiadecuenca2008.pdf>.

IDEAM. (2009a). Análisis y estimaciones de Carbono-Tier 1. Informe de resultados. Proyecto "Capacidad Institucional Técnica Científica para apoyar Proyectos REDD: Reducción de Emisiones por Deforestación en Colombia". Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Fundación Moore, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales y Fundación Natura. Bogotá D. C., Colombia.

IDEAM. (2009b). Informe anual sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales renovables en Colombia: Bosques. Bogotá D. C.

IDEAM (2009c), Inventario Nacional de Fuentes y Sumideros de GEI 2000-2004

IDEAM. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover, adaptada para Colombia, escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D. C.

IDEAM. (2010a). Segunda comunicación nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Bogotá D. C.

IDEAM. (2010b). Estudio nacional del Agua 2010. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Bogotá D. C.



- IDEAM. (2010c). Informe Nacional N° 3 Generación y Gestión de Residuos o Desechos Peligrosos en Colombia. Año 2009. Bogotá D.C., Febrero de 2011. <http://institucional.ideam.gov.co/jsp/loader.jsf?lServicio=Publicaciones&lTipo=publicaciones&lFuncion=loadContenidoPublicacion&lId=690>
- IDEAM. (2010d). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Bogotá D.C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- IDEAM, IGAC, DANE. (2011). Reportes de afectación por inundaciones asociadas al evento la niña 2010 - 2011. Bogotá.
- IDEAM, IGAC, IAvH, INVEMAR, SINCHI & IIAP. (2007). Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Bogotá, Colombia.
- IDEA-UN. (1994). Ecosistemas estratégicos colombianos. Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad Nacional de Colombia (IDEA/UN). Informe presentado a IDEAM-Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá.
- IGAC. (2010). Informe: Alcances del Convenio No. 4099 – 2010 IGAC y no. 001 – 2010 IDEAM Fase 2 – integración del mosaico nacional temático de la capa de coberturas de la tierra con la metodología Corine Land Cover, a escala 1:100.000, para las áreas de las regiones Pacífica, Andina, piedemonte de la Cordillera Oriental, Orinoquía, Amazonía.
- IAvH, PNUMA y Ministerio del Medio Ambiente. (1998). Transformación de paisajes y fragmentación de hábitats. Volumen 2. Causas de pérdida de biodiversidad. En: Cháves M.E. y Arango N. (eds.). 1998. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad, Colombia 1997. Santafé de Bogotá.
- IAvH. (2008). informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2006-2007. Delgado Romero M., Cabrera E. Ortiz N, Bogotá, 2008.
- IGAC. (2008). Atlas básico de Colombia. 7 ed. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Imprenta Nacional, Bogotá.
- IGAC. (2002). Mapa oficial de la República de Colombia. Fronteras Terrestres y Marinas. Bogotá.
- INDERENA. IGAC. CONIF. (1984). Mapa de Bosques de Colombia. Memoria explicativa.
- INVEMAR. (2000). Informe Anual sobre el Estado de los Recursos Marinos y Costeros. Programa SINAM-Unidad Coordinadora de Información. Santa Marta, Colombia.
- INVEMAR. (2003). Programa holandés de asistencia para estudios en cambio climático: Colombia. Definición de la vulnerabilidad de los sistemas biogeofísicos y socioeconómicos debido a un cambio en el nivel del mar en la zona costera Colombiana (Caribe continental, Caribe insular y Pacífico) y medidas para su adaptación. En: Programa para investigación marina y costera. GEZ, Vides, M. P. [Ed]. Santa Marta, Colombia: Invemar. VII Tomos, Resumen Ejecutivo y CD del Atlas digital.
- INVEMAR. (2005). Actualización y ajuste del diagnóstico y zonificación de los manglares de la zona costera del departamento Atlántico, Caribe colombiano. Informe final. Invemar-CRA. Santa Marta.
- INVEMAR. (2009). Base de datos de la Red de Vigilancia para la Conservación y Protección de la Calidad de las Aguas Marinas y Costeras de Colombia – REDCAM. Sistema de Información Ambiental Marino. [http://www.Invemar.org.co/consul\\_estadisticas.jsp](http://www.Invemar.org.co/consul_estadisticas.jsp) 04/08/2009.
- INVEMAR. (2009). Informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros en Colombia: Año 2008. Serie de Publicaciones Periódicas No. 8. Santa Marta.
- IPCC. (1991a). The Seven Steps to the Assessment of the Vulnerability of Coastal Areas to Sea Level Rise. A Common methodology. Advisory Group on Assessing Vulnerability to Sea Level Rise and Coastal Zone Management.
- IPCC. (1991b). The Seven Steps to the Assessment of the Vulnerability of Coastal Areas to Sea Level Rise. A Common methodology. Advisory Group on Assessing Vulnerability to Sea Level Rise and Coastal Zone Management.
- IPCC. (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendía L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (Eds). Published by: IGES, Japón.

- IPCC. (2007a). Cambio climático 2007. Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza.
- IPCC. (2007b). Resumen para responsables de políticas. En: Cambio climático 2007. Impacto, adaptación y vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC. [Ed.] Parry, M., Canziani, O., Palutikof, J., Linden, v der P. y Hanson, C. Cambridge, R. U.: Cambridge, University Press.
- IPCC. (2011). Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation, Summary for Policymakers, Abu Dhabi, United Arab Emirates.
- Kuo, J. y C. Den Hartog. (2001). Seagrass taxonomy and identification key. F.T. Short y R.G. Coles Global Seagrass Research Methods. Elsevier Science B.V., Amsterdam.
- Little C. y J. A. Kitching. (1996). The biology of rocky shores. Oxford University Press, Nueva York.
- Longhurst, A. R. y D. Pauly. (1987). Ecology of tropical oceans. Academic Press, San Diego.
- López Rodríguez, A., M. García, P.C. Sierra-Correa, M. Hernández-Ortiz, I. Machacón, J. Lasso, O. Bent, A. Mitchel, C. Segura, S. Nieto, J. Espriella. (2009a). Ordenamiento ambiental de los manglares del Archipiélago San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Serie de documentos generales No 30. Santa Marta.
- López Rodríguez, A., P.C. Sierra-Correa, J.C. Rodríguez Peláez, M. Hernández-Ortiz, C. Muñoz, C. Satizábal, J. Zamudio, G. Almario, J. Bolaños, y L.M. Prieto. (2009b). Ordenamiento ambiental de los manglares del municipio de López de Micay, departamento del Cauca (Pacífico colombiano). Serie de Documentos Generales Invemar No 34. Santa Marta.
- Lynch, J.D. (2007). Anfibios. Pp: 163-166. En: Ruiz. L., E. Sánchez, E. Tabares, A. Prieto, J.C. Arias, R. Gómez, D. Castellanos, P. García & L. Rodríguez. (2007). Diversidad biológica y cultural del Sur de la Amazonía Colombiana. Diagnóstico CORPOAMAZONÍA, Instituto Humboldt, Instituto SINCHI, UAESPNN Bogotá D.C. – Colombia.
- Lynton, D., T. Fisher. (2004). CARICOMP. Caribbean Coastal Marine Productivity Program. 1993-2003. CARICOMP.
- Marín, B. (2002). Descripción de la escala conceptual indicativa del grado de contaminación. Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de la calidad de las aguas marinas y costeras. Informe Final. Anexo 4. Programa Calidad Ambiental Marina – INVEMAR.
- Márquez G., A. Acosta. (1995). Programa de Ecosistemas Estratégicos. En: IDEA. La Política Ambiental del Plan Nacional de Desarrollo 1994-1998. Documentos de Base. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Mejía- L. G.D., A.M. Umaña-V & M. Álvarez-R. (2007). Aves. En: Ruiz L., E. Sánchez, E. Tabares, A. Prieto, J.C. Arias, R. Gómez, D. Castellanos, P. García & L. Rodríguez . 2007. Diversidad biológica y cultural del Sur de la Amazonía Colombiana. Diagnóstico Corpoamazonía, Instituto Humboldt, Instituto Sinchi, UAESPNN Bogotá D.C. – Colombia.
- Ministerio de Agricultura. (1984). Decreto No. 1594 del 26 de junio. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2005) Plan de Acción Nacional Lucha Contra la Desertificación y la Sequía en Colombia. Bogotá D. C.
- MMA (Ministerio del Medio Ambiente). (2002). Uso sostenible, manejo y conservación de los Ecosistemas de Manglar. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Dirección General de Ecosistemas.
- Montealegre, J. E.. IDEAM (2007). Modelo institucional del IDEAM sobre el efecto climático de los fenómenos El Niño y La Niña en Colombia. (versión virtual en [www.ideam.gov.co](http://www.ideam.gov.co)).
- Montenegro, L.O. (2007). Mamíferos terrestres del sur de la Amazonía Colombiana En: Ruiz. L., E. Sánchez, E. Tabares, A. Prieto, J.C. Arias, R. Gómez, D. Castellanos, P. García & L. Rodríguez . Diversidad biológica y cultural del



Sur de la Amazonía Colombiana. Diagnóstico Corpoamazonía, Instituto Humboldt, Instituto Sinchi, UAESPNN Bogotá D.C. - Colombia.

Montenegro, O.L. (2004). Natural licks as keystone resources for wildlife and people in Amazonía. Tesis Doctoral. University of Florida. USA.

Murcia, et ál. (2003). Diseño de la línea base de información ambiental sobre los recursos naturales y el medio ambiente en la Amazonía Colombiana. Bogotá. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.

Myers N, RA Mittermeier, CG Mittermeier, Gab da Fonseca & J. Kent (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403.

Odum, E. P. (1969). The strategy of ecosystem development. *Science*, 104.

Odum, E. P., (1971). *Fundamentals of Ecology*. W.B. Saunders Co, Philadelphia.

Ojima, D. S., K. A. Galvin And B. L. Turner li. (1994). "The global impact of land-use change". *BioScience*, 44.

Olson, J.S., Watts, J.A. & Allison, L.J. (1983). Carbon in live vegetation of major world ecosystems ORNL-5862. Oak Ridge, TN: Oak Ridge National Laboratory.

Organización Mundial de la Salud - OMS. (2003). Guidelines for safe recreational water environments. Coastal and fresh waters, vol. 1. Ginebra.

Palomares, M.L.D. & D. Pauly. (1988). A multiple regression model for predicting the food consumption of marine fish populations. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 40.

Pauly, D. (1980). On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. int. Explor. Mer*, 39.

Pearson T., S. Walker. & S. Brown. (2005). Sourcebook for land use, land-use change and forestry projects. BioCarbon Fund - Winrock International.

Phillips J.F., Duque A.J., Cabrera K.R., Yepes A.P., Navarrete D.A., García M.C., Álvarez E., Cabrera E., Cárdenas D., Galindo G., Ordóñez M.F., Rodríguez M.L., Vargas D.M. (2011). Estimación de las reservas potenciales de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Bogotá D.C., Colombia.

Polovina, J.J. and M.D. Ow. (1983). Ecopath: a user's manual and program listings. In V. Christensen and D. Pauly (Eds.). *Trophic models of aquatic ecosystems*. ICLARM Conf. Proc., 26.

Posada-Posada B.O. Y Henao-Pineda W. (2007). Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe. Invemar, Serie de Publicaciones especiales No. 13, Santa Marta.

Rangel, J.O. (1995). La diversidad florística en el espacio andino de Colombia. En S.P. Churchill et al., eds. *Biodiversity and conservation of neotropical montane forests*. Proceedings. Nueva York, The New York Botanical Garden.

Restrepo, J. (2007). Monitoreo de los manglares del Valle del Cauca y la fauna asociada con énfasis en las aves y especies de importancia económica como la piangua y el cangrejo azul. Informe Técnico.

Rodríguez-Peláez J.C; López Rodríguez, A., Sierra-Correa, P.C.; Hernández Ortiz M., Almario, G., Prieto L. M., Bolaños, J., Y H. Martínez. (2009). Ordenamiento ambiental de los manglares del municipio de Guapi, departamento del Cauca (Pacífico colombiano). 149 p. + 2 Anexos. Serie de documentos generales Invemar No. 33.

Rodríguez-Ramírez, A. y J. Garzón-Ferreira. (2003). Monitoreo de arrecifes coralinos, pastos marinos y manglares en la Bahía de Chengue (Caribe colombiano). INVEMAR, Serie de Publicaciones Especiales No. 8, Santa Marta.

Ruiz. L., E. Sánchez, E. Tabares, A. Prieto, J.C. Arias, R. Gómez, D. Castellanos, P. García & L. Rodríguez . (2007). Diversidad biológica y cultural del sur de la Amazonía Colombiana. Diagnóstico Corpoamazonía, Instituto Humboldt, Instituto SINCHI, UAESPNN Bogotá D.C. – Colombia.

Salaman, P., Donegan, T., Caro, D. (2009). Listado de las aves de Colombia. *Conservación Colombiana* 5.

Salas, H., J. Bartram. (2004). Historia y aplicación de normas microbiológicas de calidad del agua en el medio marino. <http://www.cepis.org.pe/bvsaca/e/fulltext/historia/historia.pdf> 12/10/2009.

Salazar-Holguín, F., J. Benavides-Molineros, O.L. Trespalacios-González y L.F. Pinzón. (2010). Informe sobre el Estado de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente. Componente de Biodiversidad Continental - 2009. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia.

Saldaña, P., Gómez, M. A. (2006). Caracterización de fuentes puntuales de contaminación en el río Atoyac, México. Memorias XXX Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Noviembre. Punta del Este – Uruguay.

Sánchez-Páez H., R. Álvarez-León, F. Pinto-Nolla, A.S. Sánchez-Alfárez, J.C. Pino-Renjifo, I. García-Hansen y M.T. Acosta-Peñaloza. (1997). Diagnóstico y zonificación preliminar de los manglares del Caribe de Colombia. Proy. PD 171/91 Rev.2 (F) Fase I. Conservación y Manejo para el uso múltiple de los manglares de Colombia. MinAmbiente/OIMT. Santafé de Bogotá D. C. (Colombia).

Sánchez-Páez, H., G. Ulloa-Delgado, R. Álvarez-León., W. Gil-Torres, A. Sánchez-Alfárez, O. Guevara-Mancera, L. Patiño-Callejas y F. Páez-Parra. (2000). Hacia la recuperación de los manglares del Caribe colombiano. Proyecto PD/171/91 Rev 2 (F) fase II. Etapa II. MinAmbiente, Acofore, OIMT. Santa Fe de Bogotá.

Sánchez-Páez, H., G.A., Ulloa-Delgado y H.A. Tavera-Escobar. (2004). Manejo integral de los manglares por comunidades locales, Caribe de Colombia. Proyecto PD 60/01 REV.1 (F): Manejo sostenible y restauración de los manglares por comunidades locales del Caribe de Colombia. MAVDT/ CONIF/OIMT, Bogotá.

Shmida, A. & Wilson, M. (1985). Biological determinants of species diversity. *Journal of Biogeography*, 1985.

Short, F.T., R.G. Coles and C. Pergent-Martini. (2001). Global seagrass distribution. In: Short, F. y R. Coles (Eds.). *Global Seagrass Research Methods*. Elsevier, Amsterdam.

Sierra-Correa, P.C. Sánchez, A.; López Rodríguez, A.; Rodríguez Peláez, J.C.; Muñoz, C.; Satizábal, C.; Moreno, A.; Almarío, G.; Bedoya, F.Hernández-Ortiz, M.; Bolaños, J.; y L.M. Prieto. (2009). Ordenamiento ambiental de los manglares del municipio de Timbiquí, departamento del Cauca (Pacífico colombiano). Serie de documentos generales Invemar No 32. Santa Marta.

Solano, O.D., C. Ruiz, C. Villamil, C. García, D. Vega, F. Cortés, F. Herrera Y H.F. Sáenz. (2009). Plan de seguimiento y monitoreo de la zona deltaica estuarina del río Sinú (noviembre 2000 a diciembre de 2009). INVEMAR. Informe Final, Fase XII, Noveno año, para la empresa Urrá S.A. E.S.P., Santa Marta.

Spalding, M.D., C. Ravilious and E.P. Green. (2001). *World atlas of coral reefs*. University. California Press, Berkeley, USA.

Steer R., F. Arias, A. Ramos, P. Sierra, D. Alonso y P. Ocampo. (1997). Documento base para la elaboración de la política nacional de ordenamiento integrado de las zonas costeras colombianas. Documento de Consultoría por el Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá D.C.

Superintendencia de Puertos y Servicios – Supertransporte. (2008). Anuario estadístico 2007. [www.supertransporte.gov.co](http://www.supertransporte.gov.co). 30/11/2008.

Troncoso, W., L. Vivas, J. Sánchez, S. Narváez, L. Echeverry Y J. Parra. (2009). Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia REDCAM. Informe técnico 2009. Invemar, Santa Marta.

UICN, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2011) En Línea [ 2 Agosto de 2011] <http://www.iucn.org/es/sobre/>

UICN. (2011). Las áreas protegidas de América Latina: Situación Actual y perspectivas para el futuro. Quito, Ecuador: Elbers, J.

Ulanowicz, R. E., And Puccia, C. J. (1990). Mixed trophic impacts in ecosystems. *Coenoses*, 5.

Ulloa-Delgado, G.A., H. Sánchez-Páez, W.O. Gil-Torres, J.C. Pino-Renjifo, H. Rodríguez-Cruz y R. Álvarez-León. (1998). Conservación y uso sostenible de los manglares del Caribe colombiano. En: Ulloa-Delgado, G.A., H.



Sánchez-Páez y R. Álvarez-León (Eds.). Proyecto PD 171/91 Rev. 2 Fase II (Etapa I) Conservación y Manejo para el Uso Múltiple y el Desarrollo de los Manglares en Colombia, MMA / ACOFORE / OIMT. Santafé de Bogotá D. C. Colombia.

UNESCO. (1984). Manuales y guías No. 13 de la COI. Manual para la vigilancia del aceite y de los hidrocarburos del petróleo disueltos/dispersos en el agua de mar y en las playas.

UPME. (2007), Balances Energéticos 1975 – 2006. Bogotá D. C.

UPME. (2011), Actualización y Revisión de los Balances Energéticos Nacionales de Colombia 1975 – 2009. [http://www1.upme.gov.co/index.php?option=com\\_content&view=article&id=595:actualizacion-y-revision-de-los-balances-energeticos-nacionales-de-colombia-1975-2009&catid=66:documentos-upme](http://www1.upme.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=595:actualizacion-y-revision-de-los-balances-energeticos-nacionales-de-colombia-1975-2009&catid=66:documentos-upme)

Von Prah, H. (1989). Manglares. Villegas Editores. Bogotá, Colombia.

World Health Organization. (1999). Guidelines for community noise. Ginebra.





Fotografía: María Margarita Gutiérrez Arias

## **Glosario y definiciones**

### **A**

**Agar:** Emulsión vegetal de origen marino

**Agua potable o agua para consumo humano:** Es aquella que por cumplir las características físicas, químicas y microbiológicas, en las condiciones señaladas en las normas que la reglamenten, es apta para consumo humano. Se utiliza en bebida directa, en la preparación de alimentos o en la higiene personal.

**Aguas residuales:** Agua que contiene residuos como materias sólidas o líquidas evacuadas como desechos tras un proceso industrial; pueden ser industriales o domésticas.

#### **ALERTAS GENERALES**

**AMARILLA:** PARA INFORMARSE. Es un mensaje oficial por el cual se difunde información. Por lo regular se refiere a eventos observados, reportados o registrados y puede contener algunos elementos de pronóstico a manera de orientación. Por sus características pretéritas y futuras difiere del nivel de alertas naranja y roja, y por lo general, no está encaminado a alertar sino a informar.

**NARANJA:** PARA PREPARARSE. Indica la presencia de un fenómeno. No implica amenaza inmediata y como tal es catalogado como un mensaje para informarse y prepararse. El nivel de alerta naranja implica vigilancia continua ya que las condiciones

son propicias para el desarrollo de un fenómeno, sin que se requiera permanecer alerta.

**ROJA:** PARA TOMAR ACCIÓN. Advierte a los sistemas de prevención y atención de desastres sobre la amenaza que puede ocasionar un fenómeno con efectos adversos sobre la población, el cual requiere la atención inmediata por parte de la población y de los cuerpos de atención y socorro. Se emite una alerta solo cuando la identificación de un evento extraordinario indique la probabilidad de amenaza inminente y cuando la gravedad del fenómeno implique la movilización de personas y equipos, interrumpiendo el normal desarrollo de sus actividades cotidianas.

#### **ALERTAS HIDROLÓGICAS**

**AMARILLA:** Se declara cuando la persistencia e intensidad de las lluvias mantiene una tendencia ascendente del nivel de un río y, por ello, es posible que se den situaciones de riesgo y se produzca su desbordamiento en un tiempo corto (días).

**NARANJA:** Se declara cuando la tendencia ascendente del nivel de un río y la persistencia de las lluvias impliquen situaciones inminentes de riesgo y de anegamientos o inundaciones que empiecen a afectar zonas pobladas.

**ROJA:** Se declara cuando el nivel del río ha alcanzado o superado niveles críticos, produciéndose su desbordamiento y la afectación de zonas pobladas ubicadas por fuera del cauce.

**AVALANCHA:** Movimiento en masa que se desplaza bruscamente por las laderas de una montaña,

arrastrando gran cantidad de material rocoso, vegetación y escombros. Puede variar desde un pequeño flujo superficial hasta una gigantesca masa destructiva.

**Amenaza natural:** Fenómeno natural que por su intensidad en un espacio y tiempo específicos puede causar graves daños.

## C

**Caboco:** Mestizo de blanco con Indio.

**Cambio climático:** Según el uso de este término en el IPCC, se refiere a cualquier cambio climático producido en el tiempo, ya sea debido a la variabilidad natural o a la actividad humana. Dicho término difiere del de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, donde el cambio climático se refiere a un cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad climática natural observada durante periodos de tiempo comparables (IPCC, 2007a).

**Ciénaga:** Es un depósito de agua que abastece y es abastecido y cuyas características son iguales a los lagos, pero con una profundidad inferior a los 10 m. Se forma en las partes bajas de los ríos por procesos de inundaciones de llanuras o por acción conjunta entre el mar y los ríos. Son los cuerpos lagunares en las partes bajas y normalmente interconectados con los ríos.

**Chagras:** Tierra para cultivos

**Clima:** Condiciones predominantes analizadas en un largo periodo de tiempo dentro de un área geográfica determinada. Consiste en los promedios generales de muchos años, relacionados con temperatura, dirección y velocidad del viento, presión atmosférica, humedad, y otros parámetros meteorológicos, calculados a lo largo de un período lo suficientemente largo como para poder denominarlo "normal".

## D

**Departamentos andinos del centro y sur del país:** Antioquia, Eje Cafetero, Cundinamarca, Boyacá, Tolima, Huila, Valle, Cauca y Nariño.

## E

**Estación agrometeorológica:** Realiza observaciones meteorológicas y biológicas, incluyendo fenológicas y otras observaciones que ayuden a determinar las relaciones entre el tiempo y el clima, por una parte, y la vida de las plantas y los animales, por otra. Incluye el mismo programa de observaciones de la Estación Climatológica Principal, más los registros de temperatura a varias profundidades (hasta un metro) y en la capa cercana al suelo (0, 10 y 20 cm).

**Estación Climatológica Ordinaria:** Este tipo de estaciones posee obligatoriamente un pluviómetro, pluviógrafo y psicrómetro. Es decir mide lluvias y temperaturas extremas e instantáneas.

**Estación Climatológica Principal:** Es aquella en la cual se hacen observaciones de visibilidad, tiempo atmosférico presente, cantidad, tipo y altura de las nubes, estado del suelo, precipitación, temperatura del aire, humedad, viento, radiación solar, brillo solar, evaporación y fenómenos especiales. Gran parte de estos parámetros se obtienen de instrumentos registradores. Por lo general, se efectúan tres observaciones diarias.

**Estación de Radiosonda:** Realiza la observación de temperaturas, presión, humedad y viento en las capas altas de la atmósfera (tropósfera y baja estratósfera), mediante el rastreo, por medios electrónicos o de radar, de la trayectoria de un globo meteorológico que asciende libremente.

**Estación Pluviográfica:** Registra en forma mecánica y continua la precipitación, en una gráfica que permite conocer la cantidad, duración, intensidad y periodo en que ha ocurrido la lluvia. Actualmente, se utilizan los pluviógrafos de registro diario.



**Estación Sinóptica Principal:** Permite observar cada hora variables meteorológicas como nubosidad, dirección y velocidad del viento, presión atmosférica, temperatura del aire, tipo y altura de las nubes, visibilidad, fenómenos especiales, humedad, precipitación y temperaturas extremas.

## G

**Granizo:** El granizo es un tipo de precipitación de partículas irregulares de hielo. Se forma en tormentas intensas en las que se producen gotas de agua sobreenfriadas, es decir, aún líquidas, pero a temperaturas por debajo de su punto normal de congelación (0 °C), y ocurre tanto en verano como en invierno. Se conoce como granizo a los granos o corpúsculos de hielo más o menos duros que caen de las nubes. El tamaño de estas partículas oscila, normalmente, entre unos milímetros y dos o más centímetros. Al contrario de la nieve, que se da casi siempre en invierno o regiones heladas propicias, el granizo se produce, generalmente, tanto en verano como en la estación invernal. El mecanismo de esta precipitación violenta de gránulos de hielo está relacionado con las tormentas, principalmente en plena canícula, en la que interviene la convección como elemento esencial en su formación y con los fenómenos eléctricos. Cuando el tamaño es superior a los 5 mm recibe el nombre de piedra o pedrisco.

El trozo de granizo está constituido por varios cientos de diminutos cristales de hielo. Las capas de hielo opaco están formadas por pequeños cristales y burbujas de aire atrapadas, mientras que las de hielo transparente lo están por cristales grandes. El porqué los cristales se disponen en capas alternadas, según su tamaño, dando lugar a un trozo de granizo o de piedra, tiene su explicación en la velocidad a la cual se recoge y congela el agua de las nubes. Cuando el granizo cae a través de una región de nubes bajas, e intercepta pequeñas cantidades de agua sobreenfriada, esta puede congelarse casi instantáneamente, formando la capa opaca. En cambio, si la piedra o granizo acumula grandes cantidades de agua, esta no puede congelarse de forma instantánea y menos si capta el líquido de las partes más calientes de la nube.

Entonces, el granizo se humedece y el proceso de congelación continúa lentamente, a medida que los cristales grandes crecen y expulsan el aire retenido, dando así origen a la capa transparente. O sea que la existencia de estas diversas capas se atribuye al hecho de que el granizo es arrastrado muchas veces hacia lo alto de la nube por las fuertes corrientes y elevado de nuevo, como un prolongado torbellino, hasta que alcanza tal tamaño y peso que cae a tierra.

## H

**Helada:** La helada meteorológica ocurre cuando la temperatura mínima del aire a una altura de dos metros sobre el suelo, registra un valor menor o igual a 0 grados centígrados.

**Helada en Colombia:** El fenómeno de la helada en Colombia es bastante más frecuente de lo que podría esperarse y es causante de millonarias pérdidas a la agricultura de las tierras altas del país. Afecta áreas localizadas a más de 2500 m sobre el nivel del mar, especialmente en los meses secos del año. Puede afirmarse que la única helada que se presenta en el país, con muy escasas excepciones es la de radiación, la cual es originada por enfriamiento nocturno y por tanto desaparece generalmente a la salida del sol.

Como ejemplo de algunas áreas afectadas por la helada pueden citarse el altiplano cundiboyacense, sectores de la montaña nariñense y áreas montañosas ubicadas en Santander, Antioquia y Cauca. La época en que generalmente, existe una mayor probabilidad de que se presente una helada es la comprendida entre la segunda quincena de diciembre y la segunda quincena de febrero inclusive. Al sur del país, generalmente se presentan heladas frecuentes durante los meses de julio y agosto, aunque según las estadísticas, prácticamente en cualquier época del año puede potencialmente presentarse un caso de helada.

## I

### **Inundación de tipo torrencial / inundación súbita:**

Producida en ríos de montaña y originada por lluvias intensas. El área de la cuenca aportante es reducida y tiene fuertes pendientes. El aumento de los caudales se produce por la intensidad de las tormentas en determinadas épocas del año, por lo que las crecientes suelen ser repentinas y de corta duración.

## L

**Lluvia:** Fenómeno atmosférico caracterizado por ser una precipitación de gotas líquidas con un diámetro entre 0,5 y 0,7 mm, que cae a una velocidad promedio de 3 metros por segundo.

## M

**Macizo Colombiano,** también llamado Nudo de Almaguer, es un conjunto montañoso de los Andes colombianos que cubre a los departamentos de Cauca y Nariño, al sur se encuentra el Nudo de los Pastos y al norte se desprenden las cordilleras Central y Oriental.

**Manglares:** Ecosistemas de las zonas costeras tropicales y subtropicales, que tienen características morfológicas, fisiológicas y reproductivas comunes que les permiten habitar en ambientes salinos, anóxicos, inundados e inestables.

**Morfogénicos:** Conjunto de procesos elementales responsables de la forma del relieve.

## O

**Oferta Hídrica:** Consiste en los volúmenes de agua disponibles, tanto, espacial como temporal en una área hidrográfica.

**Ozonosondeo:** Actividad que busca medir y analizar el contenido de ozono a diferentes alturas. El IDEAM comenzó estas mediciones desde 1998 en la estación meteorológica El dorado en Bogotá D.C. Estas mediciones se realizan mediante la ozonoson-

da, que es un analizador de ozono acoplado a una radiosonda que puede llegar en la medición a alturas entre 30 y 35 kilómetros.

## P

**Praderización:** Es el incremento de las áreas de pastos cultivados en las zonas que antes estaban en coberturas como bosques naturales, bosques fragmentados o arbustales.

## R

**Raigambre:** Conjunto de antecedentes o tradiciones.

**Reforestación:** Establecimiento artificial de árboles para formar bosques, sea con fines comerciales, con fines protectores o con fines protectores-productores. El IDEAM, como entidad coordinadora del Sistema de Información Ambiental y en el marco del afianzamiento del Sistema Nacional de Información Forestal (SNIF), ha venido consolidando las bases de datos relacionadas con la temática de reforestación tanto de carácter protector como productor proveniente de las diferentes fuentes generadoras.

**Regiones naturales de Colombia:** Son divisiones territoriales realizadas a partir de características similares en cuanto a relieve, clima, vegetación y clases de suelo. Debido a la gran diversidad de climas y relieves, en Colombia estas diferencias regionales se definen por una serie de factores muy claros tales como las características del relieve (ya sea montañoso o llano), la distancia al mar, el promedio de lluvias y las condiciones del suelo. De acuerdo a estas condiciones se pueden diferenciar en Colombia seis regiones naturales denominadas Amazónica, Andina, Caribe, Insular, Pacífica y Orinoquía.

**Amazonía:** La Región Amazónica de Colombia o simplemente Amazonía, comprende el 42% del territorio nacional y es la zona menos poblada del país. Comprende territorio de los departamentos de Putumayo; Caquetá; Guaviare; Vaupés; Guainía; Amazonas; Cauca, en la bota caucana; Nariño;



Meta, sector del parque nacional de La Macarena; Vichada, sector entre los ríos Vichada y Guaviare.

**Trapezico amazónico:** extremo sur del Amazonas. Constituye la parte más austral del país permitiéndole a Colombia tener riberas sobre el río Amazonas. Se ubica entre el río Putumayo al norte y el Amazonas al sur y entre la frontera con Brasil al este y la frontera con Perú al oeste. Se conforma así una franja trapezoidal de cerca de 50 km en el Putumayo y 100 km en el Amazonas y 150 km de longitud entre ambos ríos. La forma trapezoidal le da el nombre a este brazo geográfico colombiano. Comprende las poblaciones de Leticia, Puerto Nariño y Tarapacá. Existen también asentamientos indígenas protegidos en los resguardos.

**Andina:** es la zona más poblada del país y económicamente más activa de toda la cordillera de los Andes, con alrededor de 34 millones de habitantes. Dentro del territorio de Colombia se divide en tres cordilleras: Occidental, Central y Oriental, que dan lugar a numerosos valles, cañones, mesetas y un sistema fluvial cuyos principales ríos son el Cauca y el Magdalena. La integran, en la parte occidental (Antioquia, Risaralda, Caldas, Quindío, Valle (excepto la zona costera), Cauca, Nariño y Tolima) al oriente (Santanderes, Boyacá y Cundinamarca) además de Putumayo, Caquetá, Meta, Casanare, Arauca y Huila.

**Caribe:** es el área continental más septentrional del país y de Suramérica y debe su nombre a sus límites con el Mar Caribe. La Región Caribe está conformada por los siguientes departamentos: Córdoba, Sucre (suroccidente) Atlántico, Bolívar, Cesar, La Guajira, Magdalena, San Andrés y Providencia, Zona nororiental de Chocó, Zona noroccidental de Antioquia.

**Insular:** La Región Insular de Colombia se compone de todas las islas alejadas de las costas continentales, Archipiélago de San Andrés y Providencia en el Océano Atlántico y las islas Malpelo y Gorgona en el Océano Pacífico. En ella no se cuentan las islas fluviales como las de lagos y ríos.

**Orinoquía:** conocida como Llanos Orientales, comprende la parte norte de las llanuras orientales del país. Es una región de gran actividad ganadera. Los departamentos que tienen territorio en los Llanos colombianos son: Arauca, Casanare, Meta, Vichada y Guaviare y Guainía (sur), cuyo territorio sur pertenece a la Amazonía.

**Pacífica:** hace parte del Chocó biogeográfico. Se encuentra ubicada al occidente de dicho país y está dividida en dos grandes zonas marcadas por el Cabo Corrientes. Es una región con una inmensa riqueza ecológica, hidrográfica, minera y forestal en la cual se encuentran parques nacionales naturales. Es además considerada una de las regiones de mayor biodiversidad y pluviosidad del planeta.

El litoral pone a Colombia de frente al Océano más grande del mundo y con ello un campo de encuentro internacional vital para su desarrollo. La integran Chocó: el único departamento cuyo territorio está 90% dentro de la Región. Al norte tiene una parte en el Golfo de Urabá que lo pone en la Región Caribe (el único departamento colombiano con costas en los dos océanos) y al oriente toca las estibaciones de la Cordillera Occidental, Valle, Cauca, Nariño, Antioquia (en una esquina, donde se destaca la producción de plátano).

**Resiliencia:** Capacidad de un entorno natural o ecosistema de recuperar su estado natural después de sufrir impactos severos de origen externo (humanos o naturales).

**Riesgo:** Es la probabilidad de pérdidas, en un punto geográfico definido y dentro de un tiempo específico por causas o impactos externos. Está en línea directa con la amenaza y la vulnerabilidad.

## S

**Sequía:** Para la Organización Meteorológica Mundial, existen dos tipos de sequía: la sequía meteorológica y la sequía hidrológica. Se produce una sequía meteorológica cuando hay una ausencia

prolongada o una acusada deficiencia de precipitación. Es este un fenómeno transitorio causado por las fluctuaciones del clima y se observa sobre todo en regiones semiáridas y subhúmedas, pero se da también en otras zonas climáticas. Se habla de sequía hidrológica cuando, a escala regional, se registra continuamente una disponibilidad de agua natural inferior al promedio, ya sea en forma de precipitación, de escorrentía o de agua subterránea.

Además de lo anterior, cabe también considerar otros tipos de sequía como la agrícola, que responde a situaciones en que la cantidad y distribución de las lluvias sobre una región extensa, junto con los recursos hídricos de superficie y/o subsuperficiales, las reservas de agua en los suelos y las pérdidas por evaporación actúan conjuntamente de modo que la producción agrícola o pecuaria disminuye considerablemente.

#### **Cuatro tipos de sequía pueden presentarse:**

**PERMANENTE:** se encuentra en zonas áridas donde no existe una época de lluvias marcada en la cual se satisfagan las necesidades de agua de ciertos cultivos. En tales áreas la agricultura es posible tan solo con ayuda del riego durante el período vegetativo del cultivo.

**ESTACIONAL:** es la que se presenta generalmente en las regiones tropicales. Ocurre en áreas con una temporada seca bien definida que sigue a períodos de lluvia. Cada año se espera esta sequía debido al comportamiento climático en los patrones de circulación atmosférica. La agricultura en seco no solo es posible durante la temporada lluviosa.

**CONTINGENTE:** es la más seria de todas. Es la ausencia de agua en un período que normalmente es de abundante abastecimiento. Resulta de la variabilidad en el comportamiento climático de las lluvias en una región y se sucede durante períodos más o menos prolongados en los cuales las lluvias son consideradas menores de lo normal.

**INVISIBLE** es la más difícil de prever. Ocurre cada vez que el abastecimiento diario de agua por

parte del suelo o la lluvia es menor a la necesidad hídrica de un cultivo en particular. Su efecto consiste en un lento resecamiento del suelo y una disminución en el ritmo de crecimiento de las plantas, produce así rendimientos bajos.

## T

**Temporadas lluviosas:** En el país, todos los años se presentan dos. La primera que va desde mediados de marzo hasta mediados-finales de junio; la segunda, que va desde mediados de septiembre a mediados de diciembre, cuyos impactos se sienten en gran parte del país, especialmente las regiones Caribe y Andina. Estas temporadas las define el paso sobre el país de la Zona de Confluencia Intertropical.

**Temporadas secas (menos lluviosas):** Se presentan anualmente dos: la primera, desde comienzos de enero hasta comienzos-mediados de marzo (esta temporada seca empieza realmente desde finales de año); luego desde finales de junio hasta comienzos-mediados de septiembre (temporada seca de mitad de año o veranillo de San Juan).

**Tiempo:** Manifestación de la dinámica de la atmósfera en un lugar y momento determinado, en aspectos como temperatura, probabilidad de lluvias, humedad, entre otras, relacionadas con el estado del tiempo. Por lo anterior, cuando se habla de pronóstico, sólo puede ser del tiempo y no del clima, pues este último no se pronostica.

## V

**Variabilidad climática:** En el sentido más general, se refiere a los cambios de clima en un período de tiempo determinado generalmente corto o con fenómenos específicos como El Niño o La Niña.

**Vegetación secundaria:** Vegetación de baja altura que generalmente es producto del proceso de sucesión de pastos o cultivos hacia coberturas arbó-



reas, incluye rastrojos y cobertura vegetal en estado de sucesión temprana y los bosques plantados de latifoliadas y coníferas.

**Vulnerabilidad:** Condiciones que son el resultado de aspectos físicos, sociales, económicos y ambientales que aumentan la susceptibilidad y probabilidad de que la comunidad sufra gravemente ante los impactos de las amenazas.

## Z

**Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT):** Área en donde se encuentran, confluyen o convergen los vientos alisios del sureste, sistema que es permanente sobre nuestro país (fluctúa o pasa de norte a sur y de sur a norte sobre el continente), esta define las temporadas de lluvias sobre Colombia.

## Siglas, acrónimos y convenciones

**ACADESAN** Consejo Comunitario General de San Juan

**ADN** Ácido desoxirribonucleico

**AICA** Áreas Importantes para la Conservación de Aves

**AMVA** Área Metropolitana del Valle de Aburrá

**ANDI** Asociación Nacional de Industriales

**ASOCARS** Asociación de Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible

**BEN** Balance Energético Nacional

**BEP** Barriles Equivalentes de Petróleo por habitante

**BID** Banco Interamericano de Desarrollo

**ca.** Cerca de

**CAM** Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena

**CAR** Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca

**CARDER** Corporación Autónoma Regional de Risaralda

**CARDIQUE** Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique

**CARICOMP** Caribbean Coastal Marine Productivity Programme

**CARSUCRE** Corporación Autónoma Regional de Sucre

**CAS** Corporación Autónoma Regional de Santander

**CCP** Clasificación Central de Productos

**Cd** Cadmio

**CDA** Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente Amazónico

**CDMB** Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga

**CFC** Clorofluorocarbonos

380 **CH<sub>4</sub>** Metano

**CIF** Certificado de Incentivo Forestal

**CITES** Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora

**CIVETS** Mercados emergentes de Colombia, Indonesia, Vietnam, Egipto, Turquía y Sudáfrica

**CLD** Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (sigla en inglés: UNCCD)

**CMNUCC** Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (sigla en inglés: UNFCCC)

**CNRNR** Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables

**CO** Monóxido de Carbono

**CO<sub>2</sub>** Dióxido de carbono

**CO<sub>2</sub>eq** Dióxido de carbono en unidades equivalentes

**CODECHOCÓ** Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó

**COLCIENCIAS** Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación

**CONIF** Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal

**CONPES** Consejo Nacional de Política Económica y Social

**COP** Conferencia de las Partes de la CMNUCC

**CORALINA** Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia

**CORANTIOQUIA** Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia

**CORMACARENA** Corporación para el Desarrollo Sostenible del área de Manejo Especial de la Macarena

**CORNARE** Corporación Autónoma Regional Rionegro-Nare

**CORPAMAG** Corporación Autónoma Regional del Magdalena

**CORPOAMAZONÍA** Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía



<b>CORPOBOYACÁ</b> Corporación Autónoma Regional de Boyacá	<b>DADMA</b> Departamento Administrativo Distrital del Medio Ambiente de Santa Marta
<b>CORPOCALDAS</b> Corporación Autónoma Regional de Caldas	<b>DAMAB</b> Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente de Barranquilla
<b>CORPOCESAR</b> Corporación Autónoma Regional del Cesar	<b>DANE</b> Departamento Nacional de Estadística
<b>CORPOCHIVOR</b> Corporación Autónoma Regional de Chivor	<b>DBO</b> Demanda Biológica de Oxígeno
<b>CORPOGUAJIRA</b> Corporación Autónoma Regional de La Guajira	<b>DHHS</b> Departamento de Salud y Servicios Humanos (por su sigla en inglés)
<b>CORPOGUAVIO</b> Corporación Autónoma Regional del Guavio	<b>DIAN</b> Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales
<b>CORPOMOJANA</b> Corporación para el Desarrollo Sostenible de la Mojana y el San Jorge	<b>DQO</b> Demanda Química de Oxígeno
<b>CORPONARIÑO</b> Corporación Autónoma Regional de Nariño	<b>EAM</b> Encuesta Anual Manufacturera
<b>CORPONOR</b> Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental	<b>EMEP</b> European Monitoring and Evaluation Programme
<b>CORPORINOQUÍA</b> Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia	<b>ENA</b> Estudio Nacional del Agua
<b>CORPOURABÁ</b> Corporación para el Desarrollo Sostenible de Urabá	<b>ENA</b> Encuesta Nacional Agropecuaria
<b>CORTOLIMA</b> Corporación Autónoma Regional del Tolima	<b>ENSO</b> El Niño-Oscilación del Sur (por su sigla en inglés)
<b>COV</b> Compuestos Orgánicos Volátiles	<b>EPA</b> United States Environmental Protection Agency
<b>COVDM</b> Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes del Metano	<b>EPA</b> Establecimiento Público Ambiental de Cartagena
<b>Cr</b> Cromo	<b>EUA</b> Estados Unidos de América
<b>CRA</b> Corporación Autónoma Regional del Atlántico	<b>FAO</b> Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (por su sigla en inglés)
<b>CRC</b> Corporación Autónoma Regional del Cauca	<b>FE</b> Factor de Emisión
<b>CRQ</b> Corporación Autónoma Regional del Quindío	<b>gal</b> Galón (3,785 l)
<b>CSB</b> Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar	<b>GEI</b> Gases de Efecto Invernadero
<b>CTE</b> Coliformes Termotolerantes	<b>Gg</b> Gigagramo = 10 <sup>9</sup> gramos = 1000 toneladas
<b>CVC</b> Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca	<b>ha</b> Hectárea
<b>CVS</b> Corporación Autónoma Regional de los Valles de Sinú y San Jorge	<b>hab/km<sup>2</sup></b> Habitante por kilómetro cuadrado
	<b>HDH</b> Hidrocarburos aromáticos dispersos y disueltos
	<b>HFC's</b> Hidrofluorocarbonos
	<b>IACAL</b> Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua
	<b>ICA</b> Índice de Calidad Ambiental
	<b>ICA</b> Índice de la Calidad del Agua

<b>IGAC</b> Instituto Geográfico Agustín Codazzi	<b>ms</b> materia seca
<b>INAP</b> Proyecto piloto nacional de adaptación al cambio climático (por su sigla en inglés)	<b>msnm</b> Metros sobre el nivel del mar
<b>INGEI</b> Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero	<b>MW</b> Megawatio
<b>INGEOMINAS</b> Instituto Colombiano de Geología y Minería	<b>N<sub>2</sub>O</b> Óxido nitroso
<b>INS</b> Instituto Nacional de Salud	<b>ng/L</b> nanogramo por litro
<b>IPCC</b> Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (por su sigla en inglés)	<b>NH<sub>3</sub></b> Amoniacó
<b>IRA</b> Índice Relativo de Afectación	<b>NH<sub>4</sub></b> Amonio
<b>ISA</b> Índice de Sensibilidad Ambiental	<b>NMP/100 ml</b> Número Más Probable por 100 mililitros
<b>ISO</b> International Organization for Standardization	<b>NO<sub>2</sub></b> Dioxido de Nitrógeno
<b>IUA</b> Índice de Uso de Agua	<b>NO<sub>3</sub></b> Nitratos
<b>kg</b> Kilogramo	<b>NOAA</b> National Oceanic and Atmospheric Administration
<b>km</b> Kilómetro	<b>NOx</b> Óxidos de nitrógeno
<b>km.m.s.n.m</b> kilómetros sobre el nivel del mar	<b>O<sub>3</sub></b> Ozono
<b>km<sup>2</sup></b> Kilómetro cuadrado	<b>OCT</b> Organoclorados
<b>km<sup>3</sup></b> Kilómetro cúbico	<b>OECD</b> Organisation for Economic Co-operation and Development
<b>kt</b> Kilotonelada	<b>OMS</b> Organización Mundial de la Salud (sigla en inglés: WHO)
<b>l/s- km<sup>2</sup></b> litro por segundo por kilómetro cuadrado	<b>ONI</b> Índice Oceánico de El Niño (por su sigla en inglés)
<b>m<sup>2</sup></b> metro cuadrado	<b>Pb</b> Plomo
<b>m<sup>3</sup></b> metro cúbico	<b>PFC's</b> Perfluorocarbonos
<b>m<sup>3</sup> /s</b> metro cúbico por segundo	<b>PIB</b> Producto Interno Bruto
<b>MAVDT</b> Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	<b>PM<sub>10</sub></b> Material Particulado Menor a 10 Micras (micrómetros nominales)
<b>MDL</b> Mecanismos de Desarrollo Limpio	<b>PNN</b> Parques Nacionales Naturales
<b>mg/Kg</b> miligramo por kilogramo	<b>PNPCIFRA</b> Plan Nacional de Prevención, Control de Incendios Forestales y Restauración de Áreas Afectadas
<b>mg/L</b> miligramo por litro	<b>PNUD</b> Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
<b>mm Equi.</b> Agua milímetros equivalentes de agua	<b>PO<sub>4</sub></b> Ortofosfatos
<b>mm</b> milímetros	<b>ppb</b> partes por billón
<b>mm/año</b> milímetros por año	<b>PPC</b> Producción Per Cápita
<b>Mm<sup>3</sup></b> Millones de metros cúbicos	
<b>MME</b> Ministerio de Minas y Energía	
<b>mPa</b> milipascales	



<b>PSOD</b> Porcentaje Saturación Oxígeno Disuelto	<b>t C</b> Total de carbono (t)
<b>PST</b> Partículas Suspendedas Totales	<b>t C ha<sup>-1</sup></b> Promedio de carbono (t ha <sup>-1</sup> )
<b>PYMES</b> Pequeñas y Medianas Empresas	<b>t CO<sub>2</sub>e</b> Dióxido de carbono equivalente (t)
<b>RAEE</b> Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos	<b>ton</b> tonelada
<b>REDCAM</b> Red de Vigilancia de la Calidad Ambiental Marina de Colombia	<b>t ha<sup>-1</sup></b> Valores promedio de biomasa aérea
<b>REDD</b> Reducción de Emisiones por Deforestación	<b>TJ</b> Unidad de energía, significa terajulio o terajoule. Equivalen a un billón de julio o joules (10 <sup>12</sup> J).
<b>RESPEL</b> Residuos o Desechos Peligrosos	<b>TMADB</b> Tasa Media Anual de Degradación del Bosque
<b>SCN</b> Segunda Comunicación Nacional	<b>TMAP</b> Tasa Media Anual de Praderización
<b>SDA</b> Secretaria Distrital de Ambiente de Bogotá	<b>TMC</b> Tamaño Mínimo de Captura
<b>SF<sub>6</sub></b> Hexafluoruro de azufre	<b>TMM</b> Tamaño Medio de Madurez Sexual
<b>SIAC</b> Sistema de Información Ambiental de Colombia	<b>TMR</b> Tamaño Mínimo Reglamentario
<b>SIB</b> Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia	<b>TSM</b> Temperatura Superficial del Mar
<b>SIMAC</b> Sistema Nacional de Monitoreo de Arrecifes Coralinos en Colombia	<b>U.D.</b> Unidad Dobson
<b>SIN</b> Sistema Interconectado Nacional	<b>UAESPNN</b> Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales
<b>SINA</b> Sistema Nacional Ambiental	<b>UICN</b> Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
<b>SINAP</b> Sistema Nacional de Áreas Protegidas	<b>UPME</b> Unidad de Planeación Minero Energética del Ministerio de Minas y Energía
<b>SISAC</b> Sistema de Información del Sector Agropecuario Colombiano	<b>URE</b> Uso Racional de Energía
<b>SIVIGILA</b> Sistema de Vigilancia Epidemiológica	<b>USCUSS</b> Uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura (sigla en inglés LULUCF)
<b>SO<sub>2</sub></b> Dióxido de azufre	<b>UTO</b> Unidad Técnica de Ozono.
<b>SPNN</b> Sistema de Parques Nacionales Naturales	<b>µg/L</b> microgramo por litro
<b>SSPD</b> Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios	<b>µg Cd/L</b> microgramos de Cadmio por litro
<b>SST</b> Sólidos Suspendedos Totales	<b>µg Cr/L</b> microgramos de Cromo por litro
<b>STAR</b> Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales	<b>µg Pb/L</b> microgramos de Plomo por litro
<b>SVCA</b> Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire	<b>µg/m<sup>3</sup></b> microgramo por metro cubico
<b>SZH</b> Subzonas Hidrológicas	<b>ZH</b> Zona Hidrológica
	<b>ZNI</b> Zonas No Interconectadas

