



El futuro
es de todos

Gobierno
de Colombia



E2050

COLOMBIA

Estrategia climática de largo plazo de Colombia
E2050 para cumplir con el Acuerdo de París







E2050

COLOMBIA



Socios del proceso:



Estrategia climática de largo
plazo de Colombia E2050 para
cumplir con el Acuerdo de París

Estrategia climática de largo plazo de Colombia E2050 para cumplir con el Acuerdo de París

República de Colombia

Presidente de la República

Iván Duque Márquez

Ministerio de Relaciones Exteriores

Ministra de relaciones exteriores

Martha Lucía Ramírez

Viceministra de asuntos multilaterales

Adriana Mejía Hernández

Asuntos económicos, sociales y ambientales multilaterales

Faryde Carlier González

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Ministro de ambiente y desarrollo sostenible

Carlos Correa Escaf

Viceministro de ordenamiento ambiental del territorio

Nicolás Galarza Sánchez

Director de cambio climático

Alex Saer Saker

Departamento Nacional de Planeación

Director general

Alejandra Botero Barco

Director de desarrollo ambiental sostenible

Santiago Aparicio Velásquez

Agencia Francesa de Desarrollo (AFD)

Director regional para los países andinos

Nicolás Fornage

Directora para Colombia

Myriam Boulsama

Especialista en cambio climático,

Departamento de Operaciones,

AFD Oficina Regional Países Andinos

Guillaume Meyssonnier

Encargada de proyectos, clima, medio ambiente y desarrollo humano, AFD Colombia

María Andrea Giraldo

Expertise France

Director Departamento de

Desarrollo Sostenible (París)

Nicolás Chenet

Jefe de la Unidad de Clima y Territorio (París)

Judith Bel

Punto focal Expertise France

para los países andinos (Bogotá)

Murielle Gurtner

Unidad Coordinadora

Estrategia E2050

Jefe de proyecto (Expertise France)

Morgan Rohel

Coordinador (Expertise France)

Javier Eduardo Mendoza Sabogal

Encargada de proyecto (Expertise France)

Helga Lahmann Martínez

Líder de comunicaciones (Expertise France)

Zalena Zapata Cure

Experta en adaptación y gestión del riesgo (Expertise France)

Diana Carolina Useche Rodríguez

Experto en mitigación (Expertise France)

Carlos García Botero

Experta en género (Expertise France)

Jessica Pinilla Orozco

Profesional administrativa y financiera (Expertise France)

Genny Tathiana Suárez Gómez

Experta en mitigación (Consultor WRI)

Sandra Bravo Córdoba

Profesional de apoyo (Consultor WRI)

Lorena Guerrero Arias

Profesional de apoyo voluntario (investigadora asociada de Ecologic Institute Berlin financiada por la inciativa Protección del Clima del Instituto Alexander von Humboldt Alemania)

Natalia Burgos Cuevas

Puntoaparte Editores

Dirección editorial

Andrés Barragán

Dirección de arte, diseño y diagramación

María Paula Leiva Luna

Revisión de estilo y ortotipográfica

Juan Carlos Rueda Azcuénaga

Cítese como:

Gobierno de Colombia. (2021). *Estrategia climática de largo plazo de Colombia E2050 para cumplir con el Acuerdo de París*. MinAmbiente, DNP, Cancillería, AFD, Expertise France, WRI: Bogotá.

ISBN en trámite

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión de material contenido en este documento para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización de los titulares de los derechos de autor, siempre que se cite claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción de este documento para fines comerciales. Los documentos se pueden descargar en www.e2050colombia.com, www.minambiente.gov.co, www.cambioclimatico.gov.co.

El MinAmbiente y Expertise France agradecen a la AFD, Facilidad 2050 por la financiación de este proyecto y esta publicación.

Autores

Unidad Coordinadora

Javier Eduardo Mendoza - **Coordinador** ♦ Morgan Rohel - **Jefe de proyecto** ♦ Helga Lahmann Martínez - **En-cargada de proyecto** ♦ Zalena Zapata Cure - **Líder de comunicaciones** ♦ Diana Carolina Useche - **Experta en adaptación y gestión del riesgo** ♦ Carlos García - **Experto en mitigación** ♦ Sandra Bravo Córdoba - **Experta en mitigación** ♦ Jessica Pinilla - **Experta en género** ♦ Lorena Guerrero Arias - **Profesional de apoyo** ♦ Genny Tathiana Suarez G. - **Profesional administrativa y financiera** ♦ Natalia Burgos - **Experta en movilidad humana** ♦ Viviana Cerón - **Experta en salud y cambio climático**

Comité de expertos

Hernando José Gómez - **Experto en planeación nacional y política pública** ♦ Paula Caballero - **Experta en te-mas internacionales relacionados con el cambio climático y el Acuerdo de París** ♦ José Antonio Ocampo - **Ex-perto en finanzas públicas e internacionales** ♦ Ana María Loboguerrero - **Experta en desarrollo rural integral** ♦ Ángela Andrade - **Experta en soluciones basadas en naturaleza** ♦ Alejandro Echeverri - **Experto en ciudades y temas urbanos** ♦ Helena García - **Experta emprendimiento con base en negocios verdes o sostenibles** ♦ Jairo Bárcenas Sandoval - **Experto en planeación territorial/local** ♦ María Claudia Diazgranados - **Experta en temas marinos, costeros e insulares** ♦ Brigitte Baptiste - **Experta en biodiversidad y servicios ecosistémicos** ♦ Héctor Angarita - **Experto en ciencia del cambio climático** ♦ Eduardo Lora - **Experto en temas sociales** ♦ Andrei Romero - **Experto en energía**

Empresas y personas consultoras

Carlos E. Díaz - **Brigard Urrutia Abogados** ♦ Guillermo Tejeiro - **Brigard Urrutia Abogados** ♦ John Mármol - **Brigard Urrutia Abogados** ♦ Juana Micán - **Brigard Urrutia Abogados** ♦ Victoria Guaqueta - **Brigard Urru-tia Abogados** ♦ Agustín Inthamoussu - **CAIA Ingeniería S.A.S.** ♦ Alexander Valencia Cruz - **CAIA Ingeniería S.A.S.** ♦ Juan Carlos Araque Meza - **CAIA Ingeniería S.A.S.** ♦ Liliana Ayala López - **CAIA Ingeniería S.A.S.** ♦ María Angélica Montes A. - **CAIA Ingeniería S.A.S.** ♦ Mario Andrés Hernández - **CAIA Ingeniería S.A.S.** ♦ Silvia Susana González M. - **CAIA Ingeniería S.A.S.** ♦ Ricardo Argüello - **CODS, Universidad de Ibagué** ♦ Felipe Castro - **CODS, Universidad de los Andes** ♦ Juan M. Rincón - **CODS, Universidad de los Andes** ♦ Ricardo Delgado - **CODS, Universidad de los Andes y CREE** ♦ Angélica Méndez - **Econometría** ♦ Guillermo Rudas - **Econometría** ♦ Oscar Rodríguez Nieto - **Econometría** ♦ Omar Darío Cardona A. - **INGENIAR** ♦ Gabriel Andrés Bernal G. - **INGENIAR** ♦ José Daniel Pabón C. - **INGENIAR** ♦ Mabel Cristina Marulanda F. - **INGENIAR** ♦ Mar-tha Liliana Carreño T. - **INGENIAR** ♦ Diana Marcela González C. - **INGENIAR** ♦ Claudia Villegas R. - **INGENIAR** ♦ Paula Marulanda F. - **INGENIAR** ♦ Sthefanía Grajales N. - **INGENIAR** ♦ David Felipe Rincón C. - **INGENIAR** ♦ John Fredy Molina B. - **INGENIAR** ♦ Ana María Jaramillo - **Parque Explora** ♦ Andrés López - **Parque Explora** ♦ Carolina Alzate Gouzy - **Parque Explora** ♦ Carolina Sanín - **Parque Explora** ♦ Juliana Murillo - **Parque Explora** ♦ Juliana Restrepo - **Parque Explora** ♦ Lina Marcela Cataño B. - **Parque Explora** ♦ Patricia Fernández C. - **Parque Explora** ♦ Yérica Jiménez Cano - **Parque Explora** ♦ Libardo Fernández - **Voces 2030** ♦ Alejandra Cifuentes - **Vo-ces 2030** ♦ Margarita Mariño de Botero - **Voces 2030** ♦ Julie Alejandra Cifuentes G. - **Redacreceer, Voces 2030 Colombia** ♦ Libardo Fernández Almanza - **Redacreceer, Voces 2030 Colombia** ♦ Pía Escobar - **WWF Colombia** ♦ Jairo Gamboa - **WWF Colombia** ♦ Liliana Gracia Hincapié - **WWF Colombia** ♦ Luisa Forero - **WWF Colombia** ♦ María Alejandra González - **WWF Colombia** ♦ María Ximena Barrera - **WWF Colombia** ♦ Carolina Herrera Vargas - **Fundación GAIA Amazonas** ♦ Juan Carlos Preciado B - **Fundación GAIA Amazonas** ♦ Paola García - **Fundación GAIA Amazonas** ♦ Mateo Estrada - **Fundación GAIA Amazonas, OPIAC** ♦ Adriana Vega - **Uni-versidad de los Andes, CIDER** ♦ Ángela Cadena - **Universidad de los Andes, CIDER** ♦ Carolina Rodríguez F. - **Universidad de los Andes, CIDER** ♦ Diana Lisseth Duque - **Universidad de los Andes, CIDER** ♦ Diana Muñoz - **Universidad de los Andes, CIDER** ♦ Juan Rincón - **Universidad de los Andes, CIDER** ♦ Luis Gabriel Marín -

Universidad de los Andes, CIDER ♦ María Andrea Acevedo S. - **Universidad de los Andes, CIDER** ♦ Maria Jose Romero - **Universidad de los Andes, CIDER** ♦ Mauricio Felipe Madrigal P. - **Universidad de los Andes, CIDER** ♦ Natalia A. Bernal Quintero - **Universidad de los Andes, CIDER** ♦ Natalia Andrea Montoya A. - **Universidad de los Andes, CIDER** ♦ Nicanor Quijano - **Universidad de los Andes, CIDER** ♦ Nicolás Rojas - **Consultores E2050, Expertise France** ♦ Iván Darío Valencia - **Consultores E2050, Expertise France**

Apoyos técnicos

Andrea Acosta - **Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)** ♦ Martha Liliana Gómez García - **Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)** ♦ Stefany Borda - **Autoridad Nacional de Licencias Am-bientales (ANLA)** ♦ Adrien Vogt-Schilb - **Banco Interamericano de Desarrollo (BID)** ♦ José Manuel Sandoval - **Banco Interamericano de Desarrollo (BID)** ♦ Valentina Saavedra - **Banco Interamericano de Desarrollo (BID)** ♦ Daniela Zuloaga - **Banco Interamericano de Desarrollo (BID)** ♦ Juliana Arciniegas - **Ministerio de Relaciones Exteriores** ♦ Manuela Ríos - **Ministerio de Relaciones Exteriores** ♦ Angélica Ospina - **Consejo Colombiano de Construcción Sostenible** ♦ Natalia Arroyave - **Consejo Colombiano de Construcción Sostenible** ♦ Lorena Pupo - **Consejo Colombiano de Construcción Sostenible** ♦ Viviana Cerón - **Consultora** ♦ Camilo Herrera - **DDPLAC2-Centro Regional de Estudios de Energía** ♦ Tomás González - **DDPLAC2-Centro Regional de Es-tudios de Energía** ♦ Jorge Quijano - **Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)** ♦ Paola Andrea Acevedo Ramírez - **Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)** ♦ Johana Pinzón - **Departamento Nacional de Planeación (DNP)** ♦ Paola Pulido - **Departamento Nacional de Planeación (DNP)** ♦ Diego A. Peña - **Departamento Nacional de Planeación (DNP)** ♦ Santiago Aparicio - **Departamento Nacional de Planeación (DNP)** ♦ Alejandro Gómez Cubillos - **Departamento Nacional de Planeación (DNP)** ♦ Alexander Rodríguez - **Departamento Nacional de Planeación (DNP)** ♦ Andrés Camilo Álvarez Espinosa - **Departamento Nacional de Planeación (DNP)** ♦ Carlos Casallas Acero - **Departamento Nacional de Planeación (DNP)** ♦ Caro-lina Díaz Giraldo - **Departamento Nacional de Planeación (DNP)** ♦ Katherine Leal Guayambuco - **Departamen-to Nacional de Planeación (DNP)** ♦ Lorena Franco Vidal - **Fundación Natura** ♦ Natalia Montoya - **DDPLAC2-HILL** ♦ Juan Felipe Méndez - **DDPLAC2-HILL** ♦ Mónica Espinosa - **DDPLAC2-HILL** ♦ Magda Sierra - **Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)** ♦ Angie Caldas - **Instituto de Hidrología, Meteo-rología y Estudios Ambientales (IDEAM)** ♦ Constantino Hernández - **Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)** ♦ Luis Barreto - **Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)** ♦ Diana Marcela Vargas - **Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)** ♦ Alberto Aparicio - **Instituto Alexander von Humboldt** ♦ Amalia Díaz - **Instituto Alexander von Humboldt** ♦ Camilo Correa - **Instituto Alexander von Humboldt** ♦ Carolina Castellano - **Instituto Alexander von Humboldt** ♦ María Cecilia Londoño - **Instituto Alexander von Humboldt** ♦ María Piedad Baptiste - **Instituto Alexander von Humboldt** ♦ José Corredor - **Instituto Nacional de Salud** ♦ Carolina Barbanti - **Instituto Nacional de Vías (INVÍAS)** ♦ Nancy Velásquez - **Instituto Nacional de Vías (INVÍAS)** ♦ Cecilia Medina - **Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural** ♦ Isabel Cárdenas - **Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural** ♦ Nelson Lozano - **Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural** ♦ Andrea Corzo Álvarez y equipo de la Dirección de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Andrés Cortés Caro - **Ministerio de Am-biente y Desarrollo Sostenible** ♦ Angie Roncancio - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Cristina Mariaca Orozco - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Diego Montes - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ David Olarte - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Esteban Neira - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ José Francisco Charry - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Adriana Gutiérrez - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Diego Mejía - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Néstor Roberto Garzon - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Nidya Chaparro - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Guillermo Prieto - **Ministerio de Ambi-ente y Desarrollo Sostenible** ♦ Julián Zambrano - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Luis Guillermo Pinilla - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Santiago Uribe - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Silvia Vargas Rueda - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Erik Richard

Castro González y equipo de la Dirección de Asuntos Marinos, Costeros y Recursos Acuáticos - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ María del Mar Mozo Muriel y equipo de la Dirección de Biodiversidad, Bosques y Servicios Ecosistémicos - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Fabián Mauricio Caicedo Carrascal y equipo Dirección Gestión Integral del Recurso Hídrico - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Esteban Neira - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Adriana Zambrano - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Alexander Figueroa - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Ángela Rivera - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Angélica Mosquera - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Edwin Ortiz - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Eliana Hernández - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Erika Amaya - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Rosana Romero Angarita - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Jairo Cárdenas - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Luis A. Guerra - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Luisa Niño - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Kirstie López - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ María Angélica Arenas - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Olga A. Nieto - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Catalina Piedrahita - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ John Melo - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Carolina Rivera Garzón - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Catalina Romano Castañeda - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Martha Carrillo Silva - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Alejandro Gómez - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Luz Adriana López - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Hilda Cristina Mariaca - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Edward Buitrago - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Jonathan David Sánchez Rippe - **WRI - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - ECDBCAR** ♦ Juan Andrés Casas Monsegny - **WRI - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - ECDBCAR** ♦ Jaime Arturo Jiménez Rojas - **WRI - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - ECDBCAR** ♦ Alexander Rincón Pérez - **WRI - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - ECDBCAR** ♦ Blanca Cecilia Medina Petro - **WRI - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - ECDBCAR** ♦ Aura Liliana Rojas Pérez - **WRI - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - ECDBCAR** ♦ Diana Lucía Jiménez Buitrago - **WRI - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - ECDBCAR** ♦ Ulises Donaldo Patiño Hernández - **WRI - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - ECDBCAR** ♦ Oscar Iván Galvis Mora - **WRI - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - ECDBCAR** ♦ Carlos Saavedra Muñoz - **WRI - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - ECDBCAR** ♦ Francisco Javier Sichacá Ávila - **WRI - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - ECDBCAR** ♦ Germán Ricardo Agudelo Ariza - **WRI - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - ECDBCAR** ♦ Argiro de Jesús Ramírez Aristizábal - **Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación** ♦ Arturo Luna - **Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación** ♦ Claudia Tinjacá - **Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación** ♦ Edith Aloysia Urrego - **Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación** ♦ Edith Urrego - **Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación** ♦ Jenny Alarcón Parra - **Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación** ♦ Jorge A. Cano - **Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación** ♦ Jorge A. Cano - **Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación** ♦ Edith Urrego - **Ministerio de Comercio, Industria y Turismo** ♦ Jenny Alarcón Parra - **Ministerio de Comercio, Industria y Turismo** ♦ German Darío Romero - **Ministerio de Hacienda y Crédito Público** ♦ Juan Camilo Farfán - **Ministerio de Hacienda y Crédito Público** ♦ Laura Marcela Ruiz - **Ministerio de Hacienda y Crédito Público** ♦ Germán Romero - **Ministerio de Hacienda y Crédito Público** ♦ Juan Camilo Farfán - **Ministerio de Hacienda y Crédito Público** ♦ Andrés Oliveros - **Programa ProNDC - GIZ Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH** ♦ Patricia Dávila Pinzón - **Programa MaPriC - GIZ Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH** ♦ Johan Sebastián Vanegas Gracia - **Programa MaPriC - GIZ Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH** ♦ Diego A. Grajales Campos - **Ministerio de Minas y Energía** ♦ Lina María Castaño Lujan - **Ministerio de Minas y Energía** ♦ Jimena Gómez Espinosa - **Ministerio de Minas y Energía** ♦ Lina María Ramos Lizcano - **Ministerio de Minas y Energía** ♦ Harold Alfonso Maya Ojeda - **Ministerio de Minas y Energía** ♦ Francisco Eliecer Sarmiento Devia - **Ministerio de Minas y Energía** ♦ Diego Moreno - **Ministerio de Salud y**

Protección Social ♦ Lina Marcela Guerrero - **Ministerio de Salud y Protección Social** ♦ Camilo Sarmiento - **Ministerio de Trabajo** ♦ Carolina Mesa Saavedra - **Ministerio de Trabajo** ♦ Gloria Puentes Sáenz - **Ministerio de Trabajo** ♦ Juan David Roldán - **Ministerio de Transporte** ♦ Alejandra Borda - **Ministerio de Transporte** ♦ Magda Constanza Buitrago - **Ministerio de Transporte** ♦ Angélica Patricia Peñuela - **Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio** ♦ David Ocampo - **Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio** ♦ Elisa María Isaza - **Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio** ♦ Fabián Ricardo Rincón - **Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio** ♦ Fabián Rincón - **Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio** ♦ Giovanni Molano - **Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio** ♦ July González - **Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio** ♦ Blanca Patiño - **OIT** ♦ Martha Ochoa - **Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC)** ♦ Diego Olarte - **PNUD** ♦ Claudia Ximena Ramos Hidalgo - **Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios** ♦ Daniela Margarita Camelo Olarte - **Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios** ♦ Diana Mazorca Guerrero - **Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios** ♦ Natalia Madrid Gallego - **Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios** ♦ Juan Pablo Corredor Grajales - **Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil - Aerocivil** ♦ Pablo Alejandro Giraldo Jiménez - **Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil - Aerocivil** ♦ Lina Patricia Escobar - **Unidad De Planeación Minero-Energética (UPME)** ♦ Héctor Hernando Herrera - **Unidad De Planeación Minero-Energética (UPME)** ♦ Helena Guayara - **Unidad De Planeación Minero-Energética (UPME)** ♦ María Clara Pardo - **Unidad De Planeación Minero-Energética (UPME)** ♦ Richard Vargas - **Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)** ♦ Juana Mariño - **Gestión Ambiental S.A.S.** ♦ León Clarke - **DDPLAC2-Universidad de Maryland** ♦ Thomas B. Wild - **DDPLAC2-Universidad de Maryland** ♦ Andrés Fernando Osorio Arias - **Universidad Nacional de Colombia** ♦ Andrea Bassi - **WRI – New Climate Economy** ♦ Leonardo Garrido - **WRI – New Climate Economy** ♦ Mauricio Santos Vega - **Universidad de los Andes** ♦ Mauricio Felipe Madrigal P - **Universidad de los Andes** ♦ Lorena Aristizábal Guerra - **Presidencia de la República, Consejería Presidencial para la Competitividad y la Gestión Público-Privada** ♦ Jorge Quijano - **DANE, Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales** ♦ Carolina Pinto Soto - **MinCIT, Dirección de Productividad y Competitividad** ♦ Alberto Aparicio - **Instituto Alexander von Humboldt** ♦ Diana Mazorca Guerrero - **Superservicios, Dirección Técnica de Gestión de Aseo, Equipo Aprovechamiento** ♦ Santiago Matallana - **Consejo Privado de Competitividad** ♦ Helena García - **Consejo Privado de Competitividad** ♦ Lorena Lizarazo - **Consejo Privado de Competitividad** ♦ Johanna Ramos - **Consejo Privado de Competitividad** ♦ Indira Porto - **Consejo Privado de Competitividad** ♦ Fabián Bernal - **Consejo Privado de Competitividad** ♦ Daniel Cifuentes - **Consejo Privado de Competitividad** ♦ Ximena Jojoa - **Gobierno Mayor** ♦ Laila Faysury Muños Sánchez - **Organización de Pueblos Indígenas Amazónicos (OPIAC)** ♦ Julio Erazo - **AICO por la Pacha Mama** ♦ John Jairo Tapie - **AICO por la Pacha Mama** ♦ Jimena Jacanamejoy - **Gobierno Mayor** ♦ Sebastián Hurtado - **Organización Nacional Indígena de Colombia (ONIC)** ♦ Luis Guillermo Izquierdo Mora - **Confederación Indígena Tayrona (CIT)** ♦ Felipe Rangel Uncacia - **Organización Nacional Indígena de Colombia (ONIC)** ♦ Gloria Erazo Garnica - **Organización Nacional Indígena de Colombia (ONIC)** ♦ Alexandra Cuarán Jamioy - **Gobierno Mayor**

Comité Técnico CICC

♦ Francisco Cruz Prada - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Carlos Eduardo Correa Escaf - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Nicolás Galarza - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Yolanda González - **Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)** ♦ Constantino Hernández - **Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)** ♦ Héctor González - **Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)** ♦ Eduardo José González Angulo - **Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres** ♦ Lina Dorado - **Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres** ♦ Ariel Zambrano - **Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres** ♦ Guillermo Valencia - **Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres** ♦ Edgar Ortiz Pabón - **Fondo de Adaptación** ♦ Andrés Parra - **Fondo de Adaptación** ♦ Mayra Alejandra Silva - **Fondo de Adaptación** ♦ Aníbal Pérez - **Fondo de Adaptación** ♦ Rodolfo Enrique Zea Navarro - **Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural** ♦ Nelson Lozano - **Ministerio de Agricultura**

y **Desarrollo Rural** ♦ Blanca Cecilia Medina - **Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural** ♦ Diego Mesa Puyo - **Ministerio de Minas y Energía** ♦ Diego Grajales - **Ministerio de Minas y Energía** ♦ Oscar Galvis **Ministerio de Minas y Energía** ♦ Ángela María Orozco Gómez - **Ministerio de Transporte** ♦ Juan David Roldán - **Ministerio de Transporte** ♦ Francisco Sichacá - **Ministerio de Transporte** ♦ José Manuel Restrepo - **Ministerio de Comercio, Industria y Turismo** ♦ Carlos Arévalo - **Ministerio de Comercio, Industria y Turismo** ♦ Jenny Alarcón - **Ministerio de Comercio, Industria y Turismo** ♦ Carolina Pinto Soto - **Ministerio de Comercio, Industria y Turismo** ♦ Germán Agudelo - **Ministerio de Comercio, Industria y Turismo** ♦ Jonathan Malagón - **Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio** ♦ José Luis Acero Vergel - **Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio** ♦ Zayda Sandoval - **Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio** ♦ David Ocampo - **Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio** ♦ Claudia Blum de Barberi - **Ministerio de Relaciones Exteriores** ♦ Laura Juliana - **Ministerio de Relaciones Exteriores** ♦ Manuela Ríos - **Ministerio de Relaciones Exteriores** ♦ Alberto Carrasquilla Barrera - **Ministerio de Hacienda y Crédito Público** ♦ Laura Ruiz - **Ministerio de Hacienda y Crédito Público** ♦ German Romero - **Ministerio de Hacienda y Crédito Público** ♦ Luis Alberto Rodríguez Ospino - **Departamento Nacional de Planeación** ♦ Amparo García Montaña - **Departamento Nacional de Planeación** ♦ Carolina Díaz - **Departamento Nacional de Planeación** ♦ Santiago Aparicio - **Departamento Nacional de Planeación** ♦ Johana Pinzón - **Departamento Nacional de Planeación** ♦ Fernando Ruiz Gómez - **Ministerio de Salud y Protección Social** ♦ Diego Moreno Heredia - **Ministerio de Salud y Protección Social** ♦ Gerson Bermont - **Ministerio de Salud y Protección Social** ♦ Lina Marcela Guerrero - **Ministerio de Salud y Protección Social** ♦ Jairo Hernández Márquez - **Ministerio de Salud y Protección Social** ♦ Mabel Torres Torres - **Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación** ♦ Clara Beatriz Ocampo Durán - **Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación** ♦ Argiro Ramírez - **Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación** ♦ María Victoria Angulo - **Ministerio de Educación Nacional** ♦ Claudia Roberto Shilito - **Ministerio de Educación Nacional** ♦ Danit María Torres - **Ministerio de Educación Nacional** ♦ Ángel Custodio Cabrera Báez - **Ministerio de Trabajo** ♦ Camilo Andrés Sarmiento - **Ministerio de Trabajo** ♦ Juan Andrés Casas - **Ministerio de Trabajo** ♦ Magali Torres - **Departamento de la Prosperidad Social** ♦ Alejandra Sánchez - **Departamento de la Prosperidad Social** ♦ Mónica Viviana Peinado - **Departamento de la Prosperidad Social** ♦ Manuel Eduardo Castillo - **Departamento de la Prosperidad Social** ♦ Davinson Higuera Farfán - **NRCOA, RAP-E** ♦ Giancarlo Ibáñez Claro - **MVCT** ♦ William Javier Henao Ramírez - **UPME** ♦ Alejandra Gutiérrez López - **Corpocaldas – Nodo Regional de Cambio Climático Eje Cafetero** ♦ Valentina Joya Barrero - **Ministerio de Relaciones Exteriores** ♦ Alex Saer Saker - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Felipe Castiblanco - **Ministerio de Relaciones Exteriores** ♦ Fredy Alejandro Gómez - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Yobani Salazar Díaz - **RAP-E Región Central** ♦ Ulises Patiño Hernández - **Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación** ♦ Breyner Delbasto Cortés - **NORCCA - Corporación CDA** ♦ Carlos Saavedra Muñoz - **Ministerio de Educación Nacional - ECDBCAR** ♦ Sandra Bravo - **Proyecto TASCA WRI** ♦ Olga Lucía Zárate Mantilla - **Ministerio de Educación Nacional** ♦ Karen Rico - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Jacobo Carrizales - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - GCGI** ♦ María Alejandra Garzón Sánchez - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Daniela Cecilia Villalba R. - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Gisela Arizabaleta Moreno - **Nodo Regional CC Pacífico Sur** ♦ Luis Guillermo Pinilla Rodríguez - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ María Fernanda Ortega Hurtado - **Nodo regional CC Antioquia** ♦ Isabel Cárdenas - **Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural** ♦ Kiana Valbuena Mejía - **Nodo Caribe e Insular** ♦ Katherine Leal G - **Departamento Nacional de Planeación** ♦ Rosana Romero Angarita - **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** ♦ Richard Vargas- **UNGRD**

Instituciones participantes

2050 Pathways ♦ **A** ♦ ACI Proyectos ♦ Adaptación ♦ AFIL Proceso Urbanístico ♦ Agencia Francesa de Desarrollo (AFD) ♦ Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) ♦ Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) ♦ Agencia Nacional de Minería (ANM) ♦ Agencia Nacional del Espectro ♦ Agencia para la Gestión del Paisaje ♦ Agrosavia Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria ♦ Aico por la Pacha Mama ♦ AKT Motos ♦ Alcaldía de Arauca ♦ Alcaldía de Armenia ♦ Alcaldía de Baranoa, Atlántico ♦ Alcaldía de Barranquilla ♦ Alcaldía de Bucaramanga ♦



Alcaldía de Coello, Tolima ♦ Alcaldía de Guachetá, Cundinamarca ♦ Alcaldía de Guaduas, Cundinamarca ♦ Alcaldía de Medellín ♦ Alcaldía de Pasto ♦ Alcaldía de Pereira ♦ Alcaldía de Pitalito ♦ Alcaldía de Santiago de Cali ♦ Alcaldía de Yumbo ♦ Alcaldía Distrital de Santa Marta ♦ Alcaldía Mayor de Bogotá ♦ Alcaldía Municipal de Acevedo ♦ Alcaldía Municipal de Bolívar Valle ♦ Alianza Bioversity CIAT ♦ Alimentos Cárnicos S.A.S. ♦ Área Metropolitana del Valle De Aburrá (AMVA) ♦ ARL Axa Colpatria ♦ Asociación Ambiente y Sociedad ♦ Asociación Bancaria y de Entidades Financieras de Colombia, Asobancaria ♦ Asociación Calidris ♦ Asociación Colombiana de Actores del Mercado de Carbono, Asocarbono ♦ Asociación Colombiana de Ciudades Capitales, Asocapitales ♦ Asociación Colombiana de Exportadores de Flores, Asocolflores ♦ Asociación Colombiana de Generadores de Energía Eléctrica (ACOLGEN) ♦ Asociación Colombiana de Grandes Consumidores de Energía Industriales y Comerciales, Asoenergía ♦ Asociación Colombiana de Minería (ACM) ♦ Asociación de Bananeros de Colombia, Augura ♦ Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia, Asocaña ♦ Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI) ♦ Asociación Nacional de Empresas de Servicios Públicos y Comunicaciones de Colombia, Andesco ♦ Asociación Nacional de Empresas Generadoras, Andeg ♦ Asociación Nacional de Movilidad Sostenible, Andemos ♦ Asociación Nacional de Transportadores, Atransec ♦ Auteco Mobility S.A.S. ♦ Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP) ♦ Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) ♦ **B** ♦ Banco de Desarrollo de América Latina ♦ Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ♦ Bancóldex S.A. ♦ Brigard Urrutia Abogados ♦ **C** ♦ Ca Soluciones Ambientales S.A.S. ♦ CAIA Ingeniería S.A.S. ♦ Cámara de Comercio de Bogotá (CCB) ♦ Cámara de Comercio del Chocó ♦ Cámara Verde de Comercio ♦ Canacol Energy ♦ Capitanía de Puerto de Riohacha ♦ CAS ♦ Central Hidroeléctrica de Caldas (CHEC) ♦ Centro Agronómico Tropical y Enseñanza (CATIE) ♦ Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, Cenicaña ♦ Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CIDET) ♦ Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) ♦ Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé ♦ Centro Nacional de Producción Másá Limpia ♦ Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Produc-

ción Agropecuaria (CIPAV) ♦ Cocomacia ♦ Cocomaua ♦ Colombia Inteligente ♦ Colombia Productiva ♦ Movistar ♦ Colombiana de Transportadores de Carga por Carretera (COLFECAR) ♦ Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico ♦ Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC) ♦ Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) ♦ Confederación Indígena Tayrona (CIT) ♦ Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS) ♦ Consejo Privado de Competitividad Conservación Internacional ♦ Consga S.A.S. ♦ Contraloría General ♦ Cooperación Técnica Alemana (GIZ) ♦ Corona ♦ Corporación Arquidiocesana para la Educación (CARED) ♦ Corporación Autónoma Regional de Boyacá, Corpoboyacá ♦ Corporación Autónoma Regional de Caldas, Corpocaldas ♦ Corporación Autónoma Regional de Chivor ♦ Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR ♦ Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental, Corponor ♦ Corporación Autónoma Regional de la Meseta para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) ♦ Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los ríos Negro y Nare, Cornare ♦ Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge, CVS ♦ Corporación Autónoma Regional de Nariño ♦ Corporación Autónoma Regional de Risaralda, Carder ♦ Corporación Autónoma Regional de Sucre, Carsucre ♦ Corporación Autónoma Regional del alto Magdalena, (CAM) ♦ Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique, Cardique ♦ Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, Corantioquia ♦ Corporación Autónoma Regional del Quindío, CRQ ♦ Corporación Autónoma Regional del Tolima, Cortolima ♦ Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC ♦ Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó, Codechoco ♦ Corporación Centro de Excelencia en Ciencias Marinas, Cemarín ♦ Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena, Cormacarena ♦ Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia, Corpoamazonia ♦ Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá, Corpourabá ♦ Corporación Social Servimos, Corposer ♦ Corporación Soluciones Energéticas Integrales S.A., Cosenit ♦ Cruz Roja Colombiana ♦ Cuentas Industria Zona Occidente Cundinamarca ♦ Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Floridablanca ♦ **D** ♦ Defensa para el Transporte Terrestre de Carga, Defencarga ♦ Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA) ♦ Departamento Administrativo de Planeación Yumbo ♦ Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) ♦ Departamento Administrativo para la Prevención y Atención de Desastres de Antioquia, (DAPARD) ♦ Departamento Nacional de Planeación ♦ Despacio.org ♦ Dirección General Marítima (DIMAR) ♦ Duenas ♦ **E** ♦ Earth Innovation Institute ♦ Ecoacciones ♦ Ecointegral Ltda ♦ Econometría ♦ Ecopetrol ♦ Eco restauración S.A.S. ♦ Ekoreciclart ♦ Embajada de Francia ♦ Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá ♦ Empresa de Servicios Públicos de Santander ♦ Empresas Públicas de Medellín (EPM) ♦ ENEL Colombia ♦ EPA Barranquilla Verde ♦ Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito ♦ Expertise France ♦ **F** ♦ Fábrica Nacional de Carrocerías (FANALCA) ♦ FAO Colombia ♦ Federación Colombiana de Ganaderos, Fedegan ♦ Federación Colombiana de Municipios ♦ Federación de Transportadores de Carga de Colombia (FEDETRANSCOL) ♦ Federación Nacional de Avicultores de Colombia, (FENAVI) ♦ Federación Nacional de Cafeteros, Fedecafé ♦ Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas, Fenalce ♦ Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, Fedepalma ♦ Federación Nacional de Productores de Panela, Fedepanela ♦ Fondo Acción ♦ Fondo Nacional Del Arroz, Fedearroz ♦ Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario, Finagro ♦ Forestfirst ♦ Frontera Energy ♦ Fundación Alexander von Humboldt, Alemania ♦ Fundación Antrópico Amazónico ♦ Fundación ATUCA ♦ Fundación AVINA ♦ Fundación Cerros de Bogotá ♦ Fundación del Área Andina ♦ Fundación Empresarial para el Desarrollo de Yumbo (FEDY) ♦ Fundación GAIA Amazonas ♦ Fundación Herencia Ambiental Caribe ♦ Fundación Mayunka ♦ Fundación Natura ♦ Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS) ♦ Fundación Sahed ♦ Fundación Universitaria Agraria de Colombia, Uniagraria ♦ Fundación Universitaria del Área Andina ♦ **G** ♦ Geotec Ingeniería ♦ Gestión Urbana ♦ Girar S.A.S. ♦ Gobierno Mayor ♦ Global Green Growth Institute (GGGI) ♦ Gobernación de Amazonas ♦ Gobernación de Antioquia ♦ Gobernación de Boyacá ♦ Gobernación de Caldas ♦ Gobernación de Casanare ♦ Gobernación de Cundinamarca ♦ Gobernación de Huila ♦ Gobernación de Norte de Santander ♦ Gobernación de Risaralda ♦ Gobernación de Santander ♦ Gobernación del Cauca ♦ Gobernación del Cesar ♦ Gobernación del Chocó ♦ Gobernación del Magdalena ♦ Gobernación del Quindío ♦ Gobernación del Valle del Cauca ♦ Gran Colombia Gold ♦ Gran Tierra Energy ♦ Grün Management ♦ Grupo Energía Bogotá (GEB) ♦

Grupo Prodeco ♦ Gybn Colombia ♦ **H** ♦ Hino Motors Manufacturing Colombia ♦ HMO Ingenieros ♦ HOCOL ♦ Huella Verde Consultoría Forestal ♦ **I** ♦ ICLEI Colombia ♦ Incarsa ♦ Incolmotos Yamaha ♦ Independiente ♦ Ingeniar ♦ Innpulsa ♦ Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) ♦ Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, Icontec ♦ Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) ♦ Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico ♦ Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, Invemar ♦ Instituto del Ambiente de Estocolmo (SEI) ♦ Instituto Departamental de Cultura y Turismo de Cundinamarca ♦ Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático, Idiger ♦ Instituto Geográfico Agustín Codazzi ♦ Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt ♦ Instituto Nacional de Salud (INS) ♦ Instituto Nacional de Vías (INVIAS) ♦ Instituto Sinchi ♦ Instituto Superior Europeo de Barcelona ♦ International Union for Conservation of Nature (IUCN) ♦ ISA Intercolombia ♦ **J** ♦ Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis ♦ **K** ♦ Klimaforum Latinoamerica (KLN) ♦ Koba Colombia S.A.S. ♦ **L** ♦ La Crónica ♦ Laboratorio Ambiental de la Empresa Multipropósito de Calarcá ♦ Lareif ♦ Los Delfines ♦ **M** ♦ Madr Didtyps ♦ Mansarovar Energy ♦ Maurel & Prom Colombia B.V. ♦ Medio Ambiente de la Empresa Air-E ♦ Memory ♦ Mesa Colombiana de Ganadería Sostenible, MGS-COL ♦ Metro de Bogotá ♦ Metro de Medellín ♦ Minera Cobre de Colombia ♦ Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural ♦ Ministerio de Ambiente del Perú ♦ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ♦ Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación ♦ Ministerio de Comercio, Industria y Turismo ♦ Ministerio de Defensa ♦ Ministerio de Educación y Nacional ♦ Ministerio de Hacienda y Crédito Público ♦ Ministerio de Minas y Energía ♦ Ministerio de Relaciones Exteriores ♦ Ministerio de Salud y Protección Social ♦ Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones ♦ Ministerio de Trabajo ♦ Ministerio de Transporte ♦ Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio ♦ Ministerio del Interior ♦ Municipio de Yumbo ♦ **N** ♦ Naturgás ♦ Negocio Cárnico Nutresa ♦ Nobsa ♦ Nodo Regional de Cambio Climático Caribe e Insular ♦ Norgás S.A. ♦ **O** ♦ Occidental de Colombia ♦ Oficina Medio Ambiente Gobernación del Magdalena ♦ Organización de Pueblos Indígenas Amazónicos (OPIAC) ♦ Organización Internacional del Trabajo (OIT) ♦ Organización Nacional Indígena de Colombia (ONIC) ♦ Oxy ♦ **P** ♦ Parex Resources ♦ Parque Explora ♦ Parques Nacionales Naturales de Colombia ♦ Patrimonio Natural ♦ Pazv ♦ Petrobras Braspetro ♦ Pintuco ♦ Planeación Cali ♦ PNUD ♦ PNUMA ♦ Porkcolombia ♦ Power HHO Suroccidente ♦ Power&Energy ♦ Presidencia de la República ♦ Probogotá ♦ Proecol ♦ Propacífico ♦ Proyecto Piloto Taxis Eléctricos Bogotá ♦ **R** ♦ RAP-E ♦ Región Central ♦ RARE ♦ Red Ambiental Rehobot ♦ Red de Ciudades como Vamos ♦ Red Jods ♦ Renault ♦ Repsol ♦ **S** ♦ Salud Casanare ♦ Saludcapital ♦ Saludcauca ♦ Secretaría de Movilidad de Cali ♦ Secretaría de Salud del Atlántico ♦ Secretaría de Salud del Valle del Cauca ♦ Secretaría de Salud Departamental del Guaviare ♦ Secretaría de Salud Municipal de Jamundí ♦ Secretaría del Ambiente Cundinamarca ♦ Secretaría Departamental de Putumayo ♦ Secretaría Distrital de Ambiente ♦ Secretaría Distrital de Movilidad ♦ Secretaría Distrital de Planeación SENA ♦ Ser Colombia ♦ Servicio Geológico Colombiano ♦ SIAA Consultores ♦ Siembre Futuro ♦ Sistema Nacional de Planeación ♦ Sociedad de Agricultores de Colombia ♦ Sociedad Nacional de la Cruz Roja Colombiana ♦ Somos Más ♦ Subsecretaría de Servicios de Movilidad ♦ Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios ♦ **T** ♦ Taxis Eléctricos BTA ♦ Terpel ♦ The Nature Conservancy (TNC) ♦ Tibasosa, Boyacá ♦ Transforma ♦ **U** ♦ Ubaté, Cundinamarca ♦ UDCA ♦ UDEM ♦ UNAD ♦ Unidad de Gestión del Riesgo del Área Metropolitana del Valle de Aburrá ♦ Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) ♦ Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) ♦ Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) ♦ Unisalud Arauca ♦ Universidad Autónoma de Manizales ♦ Universidad Católica de Manizales ♦ Universidad de Antioquia ♦ Universidad de Columbia ♦ Universidad de Cundinamarca ♦ Universidad de los Andes ♦ Universidad de Manizales ♦ Universidad de San Buenaventura Cartagena ♦ Universidad de Santander UDES ♦ Universidad del Atlántico ♦ Universidad del Norte ♦ Universidad del Rosario ♦ Universidad del Valle ♦ Universidad Distrital Francisco José de Caldas ♦ Universidad EAFIT ♦ Universidad EAN ♦ Universidad El Bosque ♦ Universidad Javeriana ♦ Universidad Libre ♦ Universidad Militar Nueva Granada ♦ Universidad Nacional de Colombia ♦ Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia ♦ Universidad Santo Tomás ♦ Universidad Sergio Arboleda ♦ Universidad Simón Bolívar y del Atlántico ♦ UNUS S.A.S ♦ UQUE Ambiental ♦ Urrá S.A. ♦ **V** ♦ Vanti S.A. ♦ Voces 2030 Colombia ♦ **W** ♦ Wellbeing Tours ♦ World Resources Institute ♦ WWF Colombia ♦ **Z** ♦ Zoonosis

Presentaciones

Hoy la humanidad sufre las consecuencias del cambio climático. De acuerdo con el mandato del Acuerdo de París, es necesario trabajar mancomunadamente para reducir y capturar las emisiones de CO₂ y, de esta manera, limitar el aumento de la temperatura global.

Durante mi Gobierno, de acuerdo con nuestro Plan Nacional de Desarrollo Pacto por Colombia, pacto por la equidad, hemos articulado los compromisos climáticos con la planificación nacional de manera tal que Colombia se convierta en un referente latinoamericano en la búsqueda de alternativas y soluciones al problema del cambio climático que reta a nuestras economías y a nuestra sociedad.

Al ser Colombia uno de los países más expuestos al cambio climático, este Gobierno ha asumido con determinación el liderazgo para una verdadera revolución de nuestro modelo de desarrollo sembrando una nueva ética social y fortaleciendo una verdadera agenda de sostenibilidad. De esta manera, diseñamos la política Producir conservando, conservar produciendo, sobre la que construimos la estrategia de economía circular, primera en su tipo de América Latina. Así, esta agenda se ve representada en el compromiso irrestricto con la protección de la Amazonía, de los bosques y los páramos, un gran impulso a la transición energética y la expansión de las energías renovables no convencionales, la creación de oportunidades basadas en la bioeconomía y los negocios verdes, el fomento de la movilidad limpia, e implementar políticas que lleven a Colombia a ser un país neutral en sus emisiones de carbono de cara al año 2050.

Si bien nuestro país tan solo representa el 0.6 % de las emisiones de CO₂ estamos actuando como debería hacerlo un gran emisor. Lo hacemos con el convencimiento de que nuestra ética tiene que ser la de abrazar la protección del medio ambiente con determinación y sin vacilaciones. Colombia quiere liderar a partir del ejemplo esa gran agenda de crecimiento limpio en América Latina y queremos dar pasos firmes para que así sea. Y lo lograremos con el apoyo de ustedes.

Fijar estrategias a largo plazo es fundamental en este proceso ya que todas nuestras acciones de Plan Nacional de Desarrollo, así como de otras políticas nacionales deben responder a objetivos mayores que lleven a transformar las realidades territoriales y construir así un país menos vulnerable al cambio climático.

Frente a los retos climáticos, la posición de Colombia es clara: es imperativo aumentar nuestra ambición no sólo para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, sino también aumentar nuestra capacidad de adaptación y reducir nuestros riesgos para salvaguardar las vidas y los bienes de todos los habitantes del país. Nuestro compromiso es construir un futuro bajo en carbono coherente con los objetivos climáticos globales. Por esto, actualizamos la contribución nacional determinada (NDC) del país, con el compromiso de reducir nuestras emisiones de gases efecto invernadero en un 51 % al año 2030.

En este proceso, agradezco el apoyo del Gobierno francés que a través de sus agencias de cooperación financiera y técnica AFD y Expertise France, nos ayudaron avanzar en la preparación de nuestra estrategia. La lucha contra el cambio climático y avanzar hacia un desarrollo sostenible, son objetivos prioritarios a nivel nacional y a nivel global.

Desde hoy miramos el año 2050 como puerto de llegada a un país moderno, competitivo, social y ambientalmente equitativo y resiliente al clima, en general un país congruente con el compromiso de la gran transformación estructural de la humanidad hacia la sostenibilidad.

Es por esto que tengo el orgullo de presentar el documento de la Estrategia climática de largo plazo de Colombia E2050 para cumplir con el Acuerdo de París. Una estrategia que identifica, orienta y lidera los cambios y transformaciones profundas, a nivel sectorial y territorial, que Colombia tomará como marco de acción para construir una resiliencia climática de largo plazo.

Iván Duque Márquez
Presidente de la República



Con la firma y ratificación del Acuerdo de París, Colombia inició su camino hacia la construcción de una nueva sociedad. La lucha común por cambiar nuestros modelos y formas de producción y consumo nos ha llevado a construir trayectorias sociales y económicas bajas en carbono y con menores riesgos territoriales a los impactos del cambio climático. Para esto, debemos lograr que todos los actores públicos, privados y de la sociedad civil actuemos con la misma lógica de no incrementar sus causas y las vulnerabilidades.

La posición de Colombia ha sido clara, aumentar significativamente la ambición climática para construir los caminos tecnológicos, institucionales y territoriales que sustenten un desarrollo carbono neutral y con altas capacidades de adaptación, en otras palabras, convertirnos en una sociedad resiliente al clima. Un compromiso refrendado en múltiples oportunidades por el presidente de la República, Iván Duque Márquez quien, durante la Cumbre Climática de Naciones Unidas en 2019, anunció que Colombia sería un país carbono neutral en 2050.

En este camino de transformación y de construcción de un país resiliente al clima al 2050, actualizamos nuestra contribución nacionalmente determinada (NDC), con la que nos comprometimos a reducir el 51 % de nuestras emisiones de gases efecto invernadero al 2030, a través de 196 medidas de mitigación, adaptación y medios de implementación en todos los sectores.

Este esfuerzo deberá complementarse con acciones como la Ley de Acción Climática, la conservación del 30 % de las áreas protegidas marítimas y terrestres, la cero deforestación, los planes de desarrollo de los próximos gobiernos y la Estrategia de largo plazo E2050.

Me enorgullece presentar al mundo este documento que lideramos desde el Ministerio de Ambiente y

Desarrollo Sostenible, el cual es fruto de un trabajo de casi dos años; 2100 personas, de alrededor de 500 instituciones aportaron a su construcción. Este es el resultado de un proceso colaborativo y participativo. Escuchamos las voces de representantes de instituciones públicas, privadas, de la sociedad civil y de las comunidades indígenas y afrocolombianas, quienes tuvieron la oportunidad de debatir y definir los temas y acciones prioritarias que constituyen las 9 apuestas y sus 48 opciones de transformación que marcan los temas clave para que Colombia sea un país resiliente al clima.

La formulación de nuestra E2050 ha sido posible gracias al valioso y decidido apoyo de importantes actores nacionales e internacionales y del Gobierno francés, que a través de sus agencias de cooperación financiera y técnica Agencia Francesa de Desarrollo (AFD) y Expertise France, ha trabajado de la mano con los equipos técnicos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Departamento Nacional de Planeación y el Ministerio de Relaciones Exteriores, así como de otras instituciones nacionales encargadas de liderar esta transformación hacia la resiliencia climática.

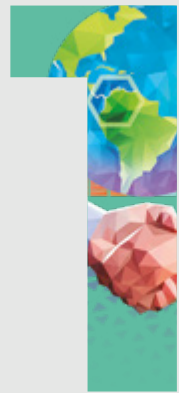
Esta es la hoja de ruta hacia un nuevo modelo económico, social y ambiental que traerá equidad y oportunidades en todos los sectores y que será clave para la reactivación económica post COVID-19.

A partir de ahora, inicia el reto de implementar la E2050 articulando su visión, principios fundamentales y apuestas a los instrumentos de política pública, que contribuyan a construir el camino para una nueva Colombia carbono neutral y con amplias capacidades de adaptación al cambio climático.

Carlos Eduardo Correa Escaf

Ministro de ambiente y desarrollo sostenible

CONTENIDO



Mensajes estratégicos de la E2050

Página 22



Circunstancias nacionales

Página 46



Mandato e importancia de tener una estrategia de largo plazo

Página 52

3.1 Contexto y justificación nacional e internacional para la acción [Página 53](#) ♦ **3.2** El cambio climático en Colombia: comportamiento esperado de la temperatura y la precipitación a mediados del siglo XXI [Página 56](#) ♦ **3.3** Perfil de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por sector en Colombia [Página 65](#) ♦ **3.4** Colombia, un país con alto riesgo por cambio climático (periodo 2040-2070) [Página 75](#) ♦ **3.5** Evaluación de posibles efectos económicos de la transición hacia la carbono neutralidad [Página 92](#)



Bases para la construcción de un futuro resiliente al clima en Colombia

Página 100

4.1 Resiliencia socioecológica como fundamento para la acción climática [Página 101](#) ♦ **4.2** Construcción participativa de la Estrategia Climática de Largo Plazo E2050 [Página 108](#) ♦ **4.3** El camino colombiano hacia la carbono neutralidad [Página 111](#)



La visión de Colombia a 2050

Página 138

5.1 Principios fundamentales [Página 141](#)



Áreas de acción para la transición a una Colombia resiliente: referentes de ambición e instrumentos

Página 144

6.1 Apuestas para alcanzar la resiliencia climática socioecológica en Colombia al 2050 [Página 145](#) ♦ **6.2** Relación entre apuestas de la E2050 [Página 183](#) ♦ **6.3** Medios de implementación para sustentar e impulsar la resiliencia climática [Página 196](#)



El camino a seguir para la implementación y la actualización de la E2050

Página 242

7.1 Anclaje institucional, de monitoreo, seguimiento, y evaluación [Página 245](#) ♦ **7.2** Inclusión de consideraciones de largo plazo en planificación, políticas e instrumentos [Página 247](#) ♦ **7.3** Información, capacidades y tecnología para la resiliencia climática [Página 249](#) ♦ **7.4** Implementación pionera de apuestas y opciones de transformación de la E2050 [Página 250](#) ♦ **7.5** Comunicación y gestión de la transición [Página 252](#)



Literatura citada

Página 254



Anexos

Página 264

9.1 Cuento: “Vientos de cambio: Una historia de carbono neutralidad”, historia para acercar al público infantil (niños de educación básica primaria) las transformaciones profundas que impulsa la E2050 para Colombia [Página 265](#) ♦ **9.2** Relación de estudios de apoyo elaborados para la construcción de la E2050 [Página 266](#)

Mensajes estratégicos de la E2050

Para la acción general

01

A 2050 Colombia ambiciona transformarse en una sociedad y una economía resiliente al clima, es decir, carbono neutral y con alta capacidad adaptativa en sus territorios y sectores.

02

Para alcanzar la carbono neutralidad en 2050 es necesario alcanzar la meta de emisiones presentada en la más reciente NDC de Colombia. Para esto, es fundamental que antes de 2030 las emisiones nacionales alcancen su nivel más alto (pico), e inicien una trayectoria de decrecimiento.

03

En comparación con el plan de rehabilitación económica del Gobierno Nacional ante la crisis presentada por la pandemia COVID-19, las cifras para 2021 y 2022 son muy similares a la pérdida anual esperada (PAE) frente a las amenazas climáticas priorizadas.

04

La acción temprana (de hoy a 5 años) es clave para lograr los objetivos de carbono neutralidad hacia mitad de siglo. La acción temprana es requerida tanto para iniciar la mitigación de gases de efecto invernadero como para señalar los cambios que deben ser logrados en el mediano y largo plazo. Esta señalización y la acción temprana son necesarios para la apropiada planificación y evitar de este modo el quedar atrapados en la emisión de carbono *carbon lock in* y disminuir las posibilidades de tener activos hundidos.

La anticipación también es clave para identificar a los sectores que van a ver disminuida su actividad y para asegurar una transición justa de la fuerza laboral hacia los nuevos empleos verdes.

05

Es prioritario acompañar y generar opciones al sector privado para anticipar y prevenir los riesgos de transición climática (vinculándolos con los riesgos sociales y ambientales), relacionados con la posible depreciación de activos, el acceso y la gestión de los recursos (tiempo y dinero), las necesidades de personal con nuevas cualificaciones, el acceso o la transformación tecnológica y la potencial pérdida de mercados.

06

En general, para Colombia, la pérdida anual esperada por cambio climático (en un escenario de RCP 4.5) es de 4.03 billones de pesos. Comparando la PAE con el presupuesto general de la nación para el 2021, resulta que la PAE corresponde al 21.46 % del gasto presupuestado en los rubros de vivienda, agricultura, ambiente y transporte.

07

Para lograr la resiliencia al clima, es fundamental adelantar las acciones necesarias para reducir las desigualdades y brechas socio-económicas y educativas, a nivel nacional agregado y entre regiones, que aumentan significativamente la vulnerabilidad al cambio climático.

08

Colombia no puede alcanzar la resiliencia climática trabajando sola. El apoyo técnico y financiero de la comunidad internacional será fundamental para lograr este esfuerzo. El trabajo colaborativo con los países vecinos y de la región permitirá también avanzar en acciones conjuntas que se traduzcan en mayor ambición climática.

09

Se deben fomentar las exportaciones no tradicionales, para buscar la compensación de la balanza comercial. El fortalecimiento de la bioeconomía puede presentarse como una excelente oportunidad para este propósito.

10

Para avanzar hacia la igualdad de género todas las dimensiones de la acción climática deben integrar enfoque de género. Cada territorio es diferente y por tal motivo, las necesidades, impactos y acciones para cerrar brechas de género dependen de las variaciones y contextos territoriales. Las mujeres y los hombres son agentes importantes de cambio: sus conocimientos son esenciales para las medidas y políticas de adaptación y mitigación, su participación plena y efectiva es primordial en las estrategias de largo plazo.

Para alcanzar la carbono neutralidad

11

Para cumplir con lo requerido por la ciencia (1.5 a 2 °C), al 2050 Colombia requiere reducir las emisiones GEI en al rededor del 90 % respecto de las emisiones del 2015, y balancear el 10 % restante con absorciones nacionales proporcionales (10 %), para alcanzar un balance neto cero entre emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero (carbono equivalentes) a partir del año 2050.

12

La carbono neutralidad es un esfuerzo de todos los sectores y territorios.

13

La electricidad deberá jugar un papel muy importante en un futuro carbono neutral. La demanda final de energía debe migrar hacia la electricidad, en todos los casos en los que este energético sea apropiado y la tecnología lo permita.

Los escenarios del plan energético nacional indican que bajo las condiciones costo efectivas la electrificación de la matriz se encuentra entre el 18 % y 26 %. Sin embargo, se prevé en las proyecciones de la E2050, que el rango teórico debería estar entre el 40 % y 70 % de los usos finales satisfechos con electricidad, en la medida que se incorporen equipos y procesos más eficientes en todos los sectores. El gas natural permanece en la matriz energética de largo plazo.

14

El sector eléctrico deberá modernizarse y dinamizarse para estar acorde a la diversificación futura de la canasta y asumir el reto de la carbono neutralidad, mientras garantiza la sostenibilidad de los activos en funcionamiento. La nueva expansión deberá sustentarse principalmente en energía renovable (sol, viento, mar, entre otras), sin embargo, por condiciones de confiabilidad la generación fósil tradicional deberá garantizar su carbono neutralidad. El reto para el sector eléctrico, que verá los niveles de actividad de la industria crecer rápidamente, tiene tres componentes (además del tarifario): se debe garantizar la generación limpia, confiable y asequible, se debe asegurar el transporte y la distribución y se requieren mecanismos de operación del sistema más robustos y flexibles, así como modernización regulatoria.

15

Es necesario explorar nuevas generaciones de combustibles para los sectores difíciles de electrificar. Para los usos que con las tecnologías disponibles hoy (2021) no pueden ser electrificados como la aviación y el transporte de carga pesado de larga distancia, debe ser satisfecha con una combinación de combustibles fósiles, combustibles sintéticos a partir de hidrógeno, syngas y biocombustibles sostenibles de segunda y tercera generación. En los escenarios de carbono neutralidad explorados, los combustibles líquidos fósiles disminuyen su participación.

16

Para lograr la carbono neutralidad se prevé que sea necesario garantizar al 2050 casi siete veces la electricidad consumida en 2015. Para esto es necesario que Colombia trabaje en impulsar la eficiencia energética (cambios de hábitos, adopción de buenas prácticas, recambios tecnológicos), ciudades inteligentes, economía circular, electrificación del campo, entre otros.

17

La movilidad sostenible deberá jugar un rol central en la carbono neutralidad. Para ello se deberán electrificar los modos de transporte terrestre, a la vez que se acelera la construcción de infraestructura de recarga y se actualiza la normatividad para la adopción de diversos tipos de vehículos eléctricos.

18

En el caso del sector AFOLU es necesaria la prevención en la deforestación y degradación de ecosistemas, así como también, aumentar las absorciones bajo diferentes mecanismos como el incremento en las plantaciones forestales comerciales, la restauración de ecosistemas y la implementación de sistemas agroforestales y silvopastoriles, entre otros.

19

La intensificación sostenible del sector agropecuario es indispensable para garantizar tanto la satisfacción de la demanda de alimentos, como la generación de absorciones netas.

20

En el sector ganadero se requiere una reconversión productiva y la liberación de áreas para aumentar las absorciones asociadas al sector AFOLU.

21

El sector minero es un actor de relevancia para la transición energética, además de ser un aliado para alcanzar las metas de carbono neutralidad de manera competitiva. La transición energética requerirá de un mayor uso de minerales que aporten a la construcción de nueva infraestructura y tecnologías limpias.

22

Las tecnologías emergentes pueden desempeñar un rol muy importante en los escenarios de neutralidad en carbono, pero su disponibilidad técnica y económica aún no está confirmada. Por lo anterior, el país avanzará en la exploración de esas alternativas sin que se disminuya el esfuerzo en el desarrollo de las opciones más maduras.

23

Se deben fortalecer los sectores no intensivos en emisiones, como es el sector servicios. En este sentido, la economía circular a través del reemplazo de productos por servicios y la creación de nuevos productos, representa una oportunidad.

24

Todas las acciones encaminadas a lograr la carbono neutralidad y la resiliencia climática en Colombia deben incluir transformaciones en los modelos gestión del cambio climático «Hacer visible el impacto diferenciado que el cambio climático tiene entre mujeres y hombres es un elemento central para la incorporación del enfoque de género en las acciones de mitigación y adaptación»¹.

1. IDEAM et al. 2018^a.

**Para fortalecer la capacidad de adaptación
y reducción del riesgo por cambio climático**

25

Colombia deberá reducir la vulnerabilidad de sus municipios y departamentos a categorías bajo o muy bajo (≤ 0.4), con relación a la clasificación actual de alto (0.88)²; y deberá reducir los daños y pérdidas causados por cambio climático, con un enfoque territorial integral y multisectorial.

2. De acuerdo con los resultados de la Tercera Comunicación de Cambio Climático (IDEAM et al. 2017).

26

Para lograr la resiliencia climática a 2050 es indispensable detener la deforestación lo más pronto posible, cada año que el problema continúa tiene impactos muy severos en la estabilidad territorial de las áreas donde ocurre y del país en general. Los ecosistemas naturales son irremplazables y prestan una gran cantidad de servicios ecosistémicos claves para el bienestar humano.

27

Es urgente y necesario acelerar las acciones de restauración ecológica en las áreas de ecosistemas nativos degradados que sean terrestres, marinos, costeros e insulares. La restauración es fundamental para intentar recuperar no solo la estructura y composición de los ecosistemas amenazados, sino la oferta de servicios ecosistémicos claves para fortalecer las capacidades de adaptación.

28

Se plantea como estrategia de adaptación para el país la combinación de medidas para las amenazas y sectores analizados que logran un beneficio del 50 % del máximo posible (en términos de reducción de la PAE). Así, la combinación de medidas para reducir los riesgos por inundaciones, huracanes, mareas de tormenta, deslizamientos, incendios forestales y sequías son una estrategia de adaptación que logra un beneficio del 50 % del máximo de la pérdida anual esperada. Esto tiene un costo en valor presente aproximado e indicativo de \$7.800.000 millones de pesos/año.

29

Sin considerar la producción para exportación, la producción agropecuaria debe aproximadamente duplicarse para 2050. Para esto se requiere, en promedio, un aumento del orden del 70 % en la productividad agropecuaria para garantizar que el aumento en la demanda por el suelo no supere el 30 %. Esto permitiría acomodar nuevos usos del suelo (para producción de biomasa para la generación de energía o para combustibles líquidos) en un orden de hasta dos millones de hectáreas, sin sobrepasar el límite de la frontera agrícola establecida por el país y preservando áreas suficientes para el desarrollo de la restauración ecológica.

30

El uso de tecnologías agropecuarias orientadas a la preservación de la salud del suelo es indispensable para el aumento de la productividad, el aumento de la captura de carbono en el sector y la sostenibilidad. La intensificación del sector agropecuario no puede seguir la impronta del uso de tecnologías que impactan negativamente la salud de los suelos e incentivan las emisiones del carbono depositado en ellos. En el sector agropecuario, aparte de la siembra de especies perennes, la adopción de prácticas tecnológicas que aumenten la entrada de carbono al suelo o disminuyan su pérdida, proporcionan la mejor opción para hacer mitigación en el sector y generan cobeneficios en términos de mayor productividad física por unidad de área, mayor retención de nitrógeno en el suelo y mayor capacidad de retención de agua en el suelo.

Circunstancias nacionales

EXTENSIÓN (IGAC, 2020)



Extensión de superficie:

2.070.408 km²

Superficie terrestre: 1.141.748 km² Área submarina: 928.660 km²

Administrativamente, se divide en:

32 departamentos y 1.123 municipios

(Marca País Colombia, 2021).

ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS



Glaciares (año 2017)

36.7 km² (2017) (IDEAM, 2018).



Páramos

2.906.137 ha (2013).

(MinAmbiente e Instituto Humboldt, 2013).



Humedales

30.781.149 ha (2015) (Flórez, y otros, 2016).



Superficie cubierta por bosque natural (ha)

60.025.731 (2018) (IDEAM, 2019a).



Bosque seco

330.545 ha

Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos 2017 (MinAmbiente, 2020).

Bosque andino seco: 7.545 ha.

Bosque basal seco: 108.191 ha.

Bosque de galería basa seco: 165.463 ha.

Bosque subandino seco: 49.346 ha.



Manglares:

285.049 ha (MinAmbiente, 2011a).

Litoral Caribe: 90.169.58 ha.

Litoral Pacífico: 194.880 ha.

ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

(RUNAP, 2020)

1.343 áreas protegidas - 31.408.466 ha.

Áreas protegidas terrestres: 18.591.285 ha.

Áreas protegidas marinas: 12.817.181 ha.

POBLACIÓN COLOMBIA

(DANE, 2018a)

48.258.494

habitantes.

51.2 % mujeres

48.8 % hombres

GRUPOS ÉTNICOS



Negra, afrocolombiana, raizal y palenquera:

4.671.160 personas (DANE, 2019a).

Población indígena: **1.905.617** personas

(DANE, 2019b).

Población gitana o rrom: **2.649** personas

(DANE, 2019c).

696

resguardos indígenas en 28 departamentos, que cubren **32.022.970 ha**

(Mosquera, Tapia y Tamayo, 2016).

181

consejos comunitarios de comunidades negras cuyos territorios ascienden a **5.502.002 ha**

(Mosquera, Tapia y Tamayo, 2016).

6

zonas de reserva campesina que cubren **851.010 ha** (Mosquera, Tapia y Tamayo, 2016).

Las comunidades indígenas y afrodescendientes en Colombia son titulares de territorios donde se encuentra el **53.4 %** de los bosques naturales, encontrando el **46.1 %** en resguardos indígenas y el **7.3 %** en territorios colectivos de comunidades negras o afrocolombianas (IDEAM 2017).

DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN EN EL TERRITORIO

(DANE, 2018B)

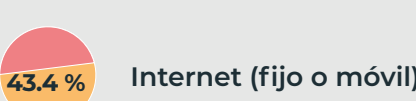
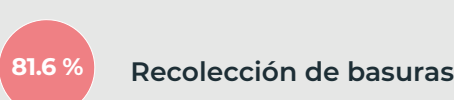
77.1 % se ubica en cabeceras municipales.

7.1 % se ubica en centros poblados.

15.8 % se ubica en zona rural dispersa.

ACCESO A SERVICIOS PÚBLICOS

(DANE, 2018b)



ESPERANZA DE VIDA AL NACER

Mujeres **77.1 años**

Hombres **70.2 años**

(DANE 2015-2020)(MinAmbiente, 2020).

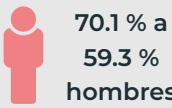


TOTAL DE HOGARES (2018)

14.243.223, casi 4 millones de hogares más que en 2005 (**10.570.899**) (DANE, 2018b).

JEFATURA DE HOGARES (2005 a 2018)

(DANE, 2018b).



ALFABETISMO (DANE, 2018b)



Nivel de alfabetismo en mujeres **97.7 % (15 a 24 años).**



Nivel de alfabetismo en hombres **95.7 % (15 a 24 años).** (DANE, 2018b)



Cobertura bruta del servicio de educación básica del **100 %** (PNUD, 2015).

NIVELES EDUCATIVOS



(De población económicamente activa) (DANE, 2019d)

22.0 % con educación básica primaria.

5.8 % con educación básica secundaria.

35.0 % con educación media.

11.3 % con educación profesional o tecnológica.

8.7 % con educación universitaria.

3.7 % postgrado.

ÍNDICE DE POBREZA MULTIDIMENSIONAL (2019)

(DANE, 2020)

17.5 % total nacional.

12.3 % cabecera.

34.5 % centros poblados y rural disperso.

ÍNDICE DE GINI

50.4 (2018)

(Banco Mundial, 2021a).

BRECHA DE POBREZA DE

\$3.20 USD al día:

4.7 (2019) (Banco Mundial, 2021b)

El porcentaje de inseguridad alimentaria en el país es del **54.20 %**, **52.5 %** en las cabeceras y **64.1 %** en el resto (ANDI, 2019).

La probabilidad de no contar con un sustento económico propio por parte de las mujeres (**27.5 %**) es casi tres veces mayor que la de los hombres (**10.2 %**).

ECONOMÍA Y DESARROLLO

(MinComercio 2020)

PIB CORRIENTE (2019) USD 327.895.0 millones

PIB PER CÁPITA (2019) USD 15.541.2

COMPOSICIÓN DEL PIB POR SECTOR

(MinComercio, 2020a)

Primario: 13.6 %

Secundario: 19.1 %

Terciario: 67.3 %

CONTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD ECONÓMICA (2018)

(DANE, 2019E)

ACTIVIDAD ECONÓMICA	MILES DE MILLONES DE PESOS	TASA DE CRECIMIENTO ANUAL (%)
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	61.974	5.4
Explotación de minas y canteras	57.617	21.2
Industrias manufactureras	109.785	4.5
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	32.616	9.5
Construcción	65.509	1.6
Comercio al por mayor y al por menor, transporte, alojamiento y servicios de comida	173.447	6.4
Información y comunicaciones	28.070	4.7
Actividades financieras y de seguros	42.552	8.9
Actividades inmobiliarias	85.547	5.6
Actividades profesionales, científicas y técnicas	67.522	7.4
Administración pública y defensa, educación y salud	146.959	8.7
Actividades artísticas, de entretenimiento y recreación y otras actividades de servicios	23.192	4.3

• Las MYPIMES representan

96 % del tejido empresarial, aportan

40 % al PIB, representan

9.8 % de las exportaciones, más de

90 % del sector productivo nacional y generan más de

17 MILLONES DE EMPLEOS

(**80 %** del empleo de toda Colombia)

(MinTrabajo, 2019a); (Monterrosa Blanco, 2019).

• A 2020 había

10.612 vehículos eléctricos registrados en el país:

5.643 (53 %) ciclomotor

1.726 (16 %) automóvil

1.377 (13 %) motocicleta y

1.866 (18 %) otras clases

Apenas **0.06 %** de los **16.042.336 vehículos** que conforman el parque automotor nacional (RUNT, 2020a).

22.04 % del consumo de energía a nivel nacional corresponde a las edificaciones y

10.5 % del total de GEI son generados por el sector edificador (MinVivienda, 2020).

TASA DE DESEMPLEO 2017

(DNP, 2018A)

9.5 % nacional

17.3 % hombres

23.5 % mujeres (DANE 2020 GEIH).

5.1 % urbano

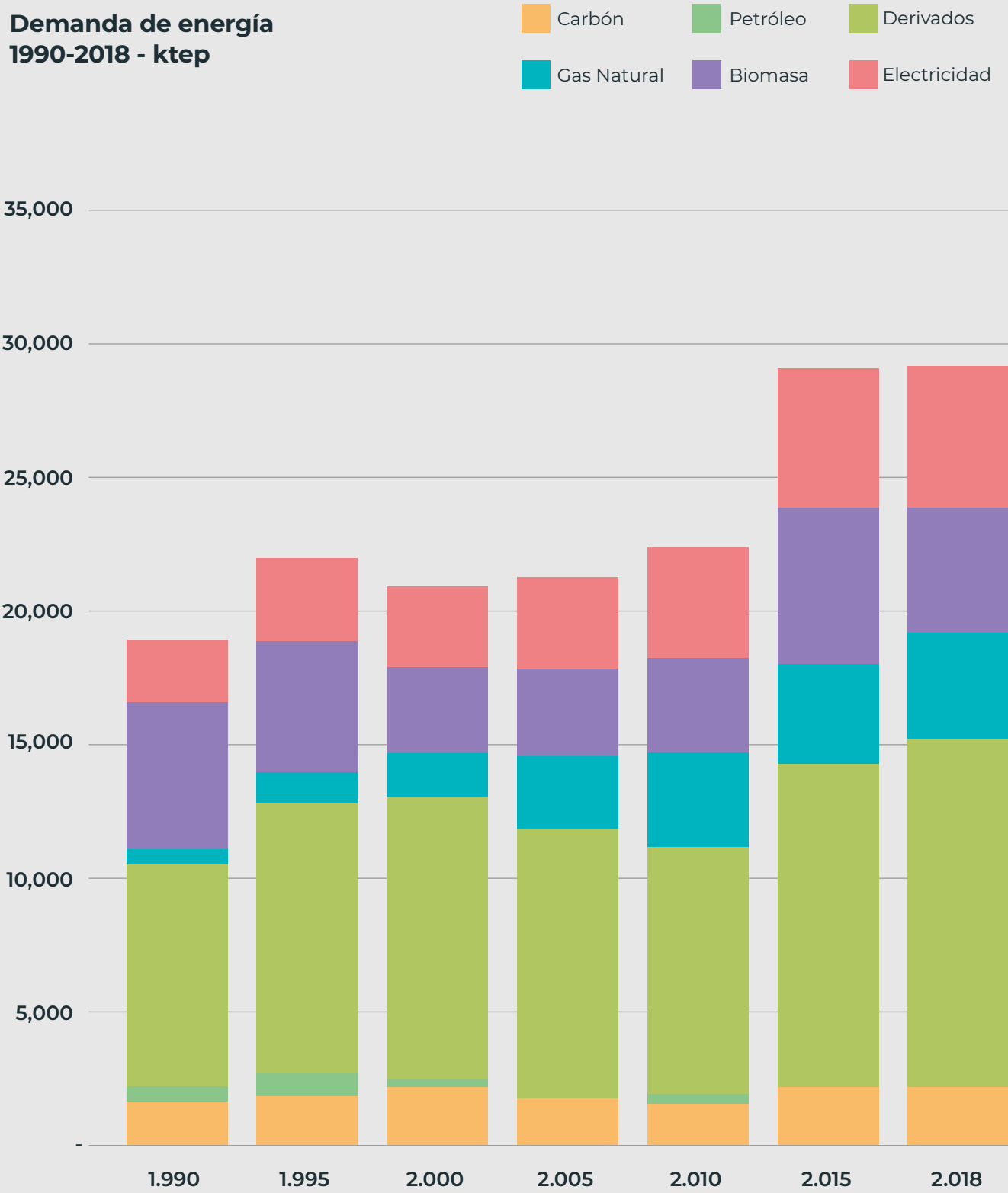
10.6 % rural

• Un **16.7 %** de la población ocupada: sector agricultura, **12 %** en el sector industrial, **26.8 %** en el sector comercio y **36.7 %** en el sector servicios (DNP, 2018a).

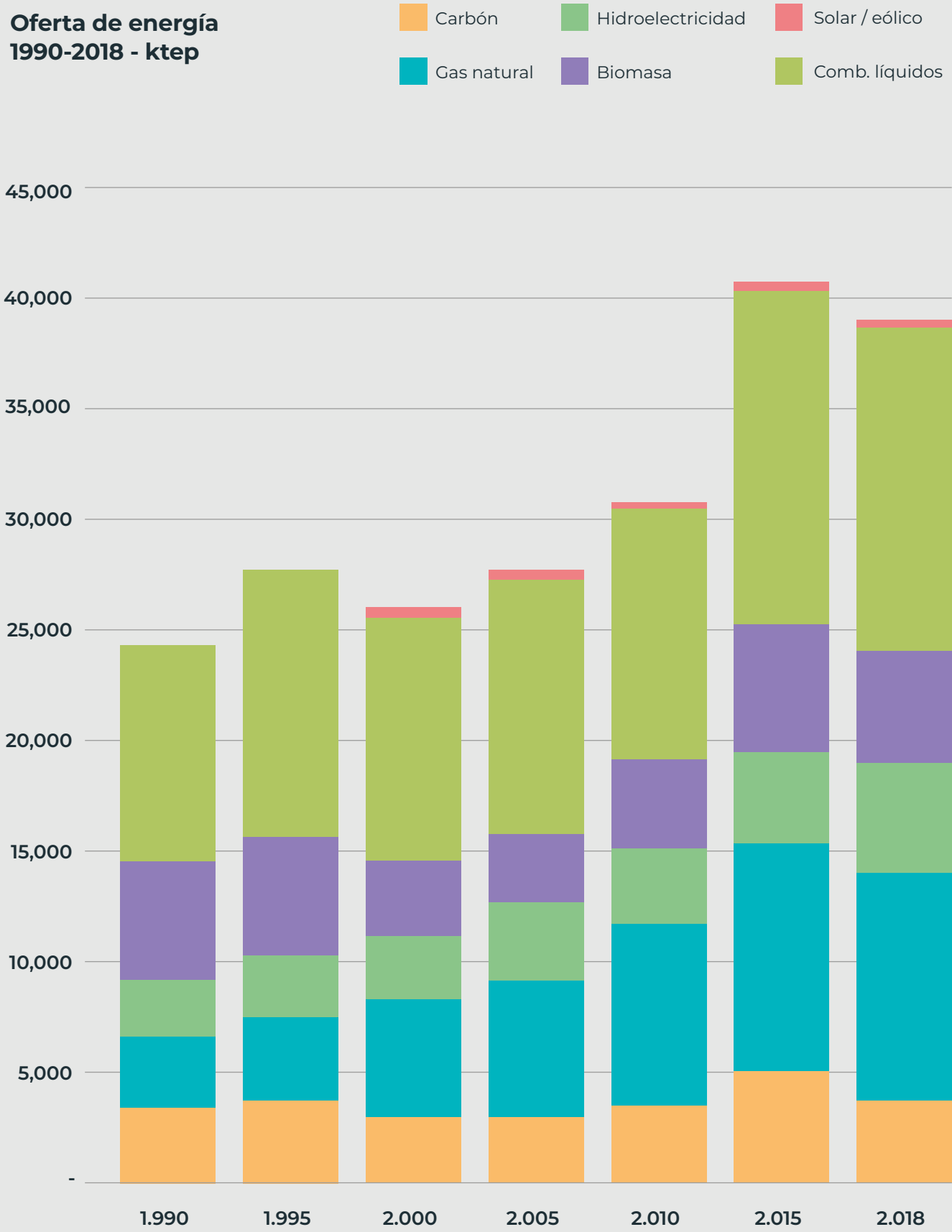
• En **2019** los empleos asociados a las actividades ambientales ascendieron a **155.419** puestos. De estos, **85.722 (55 %)** cumplieron las características establecidas para ser empleos verdes (DANE, 2020c).

MATRIZ ENERGÉTICA COLOMBIA ktep (MILES DE TONELADAS eq DE PETRÓLEO) (UPME 2021a)

**Demanda de energía
1990-2018 - ktep**



**Oferta de energía
1990-2018 - ktep**





Mandato e importancia

de tener una estrategia de largo plazo

3.1 Contexto y justificación nacional e internacional para la acción

En 2015, con la puesta en marcha de la Agenda 2030 y sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y la suscripción del Acuerdo de París sobre cambio climático, el mundo logró compromisos políticos muy importantes para acentuar el viraje hacia las transformaciones profundas y necesarias que conducen a un mayor bienestar humano, sustentado en el equilibrio entre las variables económicas y medioambientales, integrando e involucrando a todos los sectores de las sociedades. En sintonía con esto, el Reporte Especial 1.5 °C, presentado por el IPCC en 2018, concluyó que es necesario aunar los esfuerzos para limitar, a mediados del siglo XXI, el aumento de la temperatura media del planeta a solo 1.5 °C respecto de la temperatura promedio existente en la era preindustrial (antes de 1750), ya que, comparado con un aumento de 2 °C, el número de personas, tanto expuestas a riesgos relacionados con el clima, como el de aquellas susceptibles de quedar en situación de pobreza, se podrían reducir en varios cientos de millones para 2050. Para lograr este objetivo, es necesario que los países alcancen cuanto antes, a través de transiciones rápidas y ambiciosas en fuentes de energía, uso del suelo, infraestructura, industria y manejo de residuos, el pico de sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), y a partir de allí, avancen en una acelerada reducción de emisiones para lograr un planeta con clima neutro para mediados de siglo (2050).

El Acuerdo de París, como principal instrumento para impulsar este cambio, establece en su artículo 2 la necesidad de «aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero». Para lograr esto, cada país cuenta con dos instrumentos principales que deben formar parte de una misma estrategia de acción, por un lado, las contribuciones nacionalmente determinadas (NDC), que son instrumentos vinculantes para establecer la ruta de acción inmediata (corto plazo) para empezar a reducir ambiciosamente las emisiones de GEI y adaptarse a los efectos del aumento de las temperaturas (artículo 3). Por otro lado, «Todas las partes deberían esforzarse por formular y comunicar estrategias a largo plazo para un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, teniendo presente el artículo 2 y tomando en consideración sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus capacidades respectivas, a la luz de las diferentes circunstancias nacionales» (artículo 4.19). El horizonte definido internacionalmente para estas estrategias de largo plazo (LTS, por sus siglas en inglés), es precisamente 2050. Con todas estas acciones, los países miembros reconocen que se reducirán considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático, promoviendo así la resiliencia al clima (ONU, 2015). Las estrategias

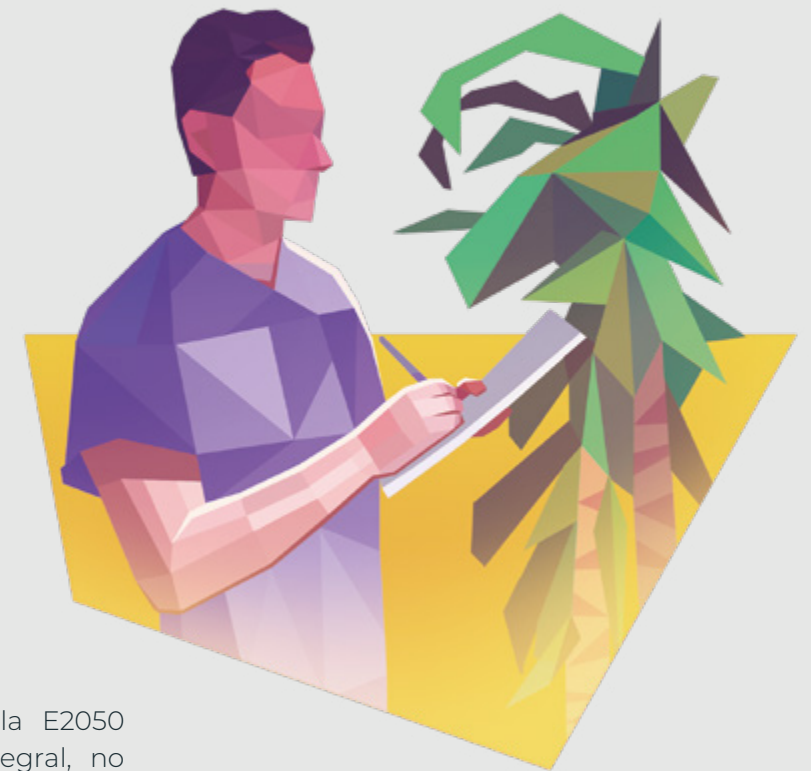
de largo plazo, aunque son de carácter voluntario, marcan el horizonte hacia donde las NDC y otras políticas relacionadas, a nivel nacional y subnacional, deben evolucionar para llevar al país a cumplir con las transformaciones necesarias. Aunque las estrategias de largo plazo tienen un carácter voluntario, sitúan a las NDC en el contexto de las prioridades de planificación y desarrollo a largo plazo de los países, proporcionando una visión y dirección para el desarrollo futuro (UNFCCC, 2021).

Estas LTS deben considerarse como instrumentos de política que orienten la acción del Estado a nivel nacional, regional y local en materia de cambio climático, más allá del esfuerzo de un gobierno particular, manteniendo la coherencia, evitando la duplicidad y concretando su seguimiento y medición, en total consonancia con las demás acciones nacionales de desarrollo. No obstante, Colombia no puede alcanzar la resiliencia climática trabajando sola. El apoyo técnico y financiero de la comunidad internacional será fundamental para lograr este esfuerzo. El trabajo colaborativo con los países vecinos y de la región permitirá también avanzar en acciones conjuntas que se traduzcan en mayor ambición climática.

A partir de la ratificación del Acuerdo de París en 2017 (Ley 1844 de 2017), el país comenzó el

trabajo para actualizar su NDC y para formular su LTS, es así como, durante el 2019, bajo el liderazgo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente) y el Departamento Nacional de Planeación (DNP), se elaboró la hoja de ruta para la formulación de la E2050 de Colombia, la cual fue establecida por la Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC) el 13 de septiembre de ese mismo año. En ese mismo mes, durante el Climate Action Summit de Nueva York, el señor presidente de la República, Iván Duque Márquez (2018-2022) anunció la intención de que el país haga parte de la coalición para alcanzar la carbono neutralidad en 2050, un objetivo que ha ratificado en diversas ocasiones.

La construcción ampliamente participativa de la Estrategia climática de largo plazo de Colombia E2050, fue posible gracias al apoyo del Gobierno Francés a través de sus agencias de cooperación financiera y técnica, AFD y Expertise France, a través de los fondos de la Facilité 2050. Además, el valioso y permanente apoyo al proceso por parte de aliados estratégicos como el World Resources Institute (WRI), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), permitió el logro de los objetivos planteados en los tiempos esperados.



Respecto a la implementación de la E2050 esta deberá realizarse de forma integral, no fragmentando su acción entre sectores o actores con intereses particulares. Así también, es fundamental no distraer la acción persiguiendo solo objetivos de muy corto plazo en territorios y sectores que lleven a inversiones equivocadas, o a la dispersión de recursos nacionales o de cooperación internacional. Es fundamental articular el camino de construcción de carbono neutralidad y fortalecimiento de las capacidades de adaptación con el desarrollo de otros ejercicios estratégicos nacionales para la lucha contra el cambio climático, tales como, la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDDB), el Plan Nacional de Adaptación (PNACC), la Estrategia Integral de Control a la Deforestación y Gestión de los Bosques (EICDGB) y los Planes Territoriales y Sectoriales de Gestión del Cambio Climático (PIGCC), las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA) y otros instrumentos alineados para la búsqueda de la sostenibilidad como la Política de Crecimiento Verde y los ODS. De esta manera, se creará la masa crítica necesaria para impulsar la transformación deseada. Avanzar en la construcción del camino hacia la resiliencia climática exige coherencia entre las políticas e instrumentos públicos y privados.

Independiente de que los referentes numéricos contenidos en la E2050 no constituyen metas vinculantes ni para los sectores, ni para los territorios —dada la amplitud temática, el extenso horizonte temporal y el carácter aspiracional y no vinculante de esta—, es importante entender que precisamente estas guías indicativas del cambio mínimo necesario para alcanzar la resiliencia climática son la oportunidad para orientar todas esas acciones y ambiciones sectoriales y territoriales hacia una visión común. Por esto, la E2050 debe entenderse como un «documento vivo», el cual, con el pasar de los años y el avance de la información científica y de la gobernanza climática, puede ser actualizado, complementado, ajustado y adaptado para no perder vigencia y apoyar el cumplimiento de los compromisos del país, contribuyendo a construir una visión a 2050 que sea coherente y congruente con los esfuerzos en el marco de la CBD, IPBES, UNFCCC y UNCCD, entre otros acuerdos multilaterales.



3.2 El cambio climático en Colombia

comportamiento esperado de la temperatura y la precipitación a mediados del siglo XXI

Los escenarios de cambio climático para Colombia (2011-2100) elaborados en el marco de la Tercera Comunicación Nacional a la UNFCCC (TCCN) (IDEAM et al. 2017) muestran que el comportamiento de la temperatura media anual hacia mediados del siglo XXI (2040-2070) puede sufrir un aumento gradual de hasta 1.6 °C en promedio. Estos aumentos pueden continuar hasta alcanzar en 2100 los 2.1 °C de aumento en áreas continentales. De otro lado, el comportamiento esperado de la precipitación muestra, al igual que en el caso de la temperatura, cambios no uniformes en el país, registrando posibles aumentos hacia mediados del siglo, principalmente en algunos sectores de la Región Andina, al tiempo que en otras

regiones geográficas como el Caribe y la Amazonía se pueden producir reducciones de las lluvias que alcancen entre el 10 % y 40 % (IDEAM et al. 2015; 2017).

Complementario a lo anterior, y buscando una aproximación más detallada para la modelación de amenazas que permitan aproximarse al riesgo prospectivo en 2050 por cambio climático en Colombia, se corrió el modelo HadGEM2-AO³ considerando los diferentes escenarios de RCP (2.6, 4.5, 6.0, 8.5), con el objetivo de considerar múltiples escenarios futuros y cuál sería su efecto en la estimación del riesgo por fenómenos hidrometeorológicos.

Las evaluaciones del cambio climático indican, en términos porcentuales, una disminución de la precipitación en promedio del 11 % con valores tan altos como 51 % en reducción de las lluvias y aumento en la temperatura media de 5.4 °C en el escenario RCP 8.5 en el largo plazo. La reducción de la precipitación se presenta en mayor medida hacia el noreste del país, mientras que el aumento de temperatura es mayor hacia el sureste para el escenario RCP 8.5. En el desarrollo de los modelos de amenaza, se trabajó exclusivamente con las proyecciones al periodo 2040-2070 (figuras 1 y 2).

3. El modelo de circulación global HadGEM2-AO (Hadley Centre Global Environment Model version 2) resultó ser el más adecuado para las condiciones de Colombia, ya que minimiza las diferencias entre los registros históricos y las predicciones en la mayor extensión del territorio (es decir, en el mayor número de estaciones o puntos de la malla de análisis). Este modelo considera los componentes de troposfera, superficie terrestre e hidrología, aerosoles, océano y hielo marino. HadGEM2-AO fue desarrollado por el Met Office Hadley Centre (MOHC) del Reino Unido.



Figura 1.
Mapas de cambio porcentual en la precipitación diaria según variaciones de cada RCP del modelo de circulación global HadGEM2-AO, Colombia
Fuente: (E2050-INGENIAR, 2021).

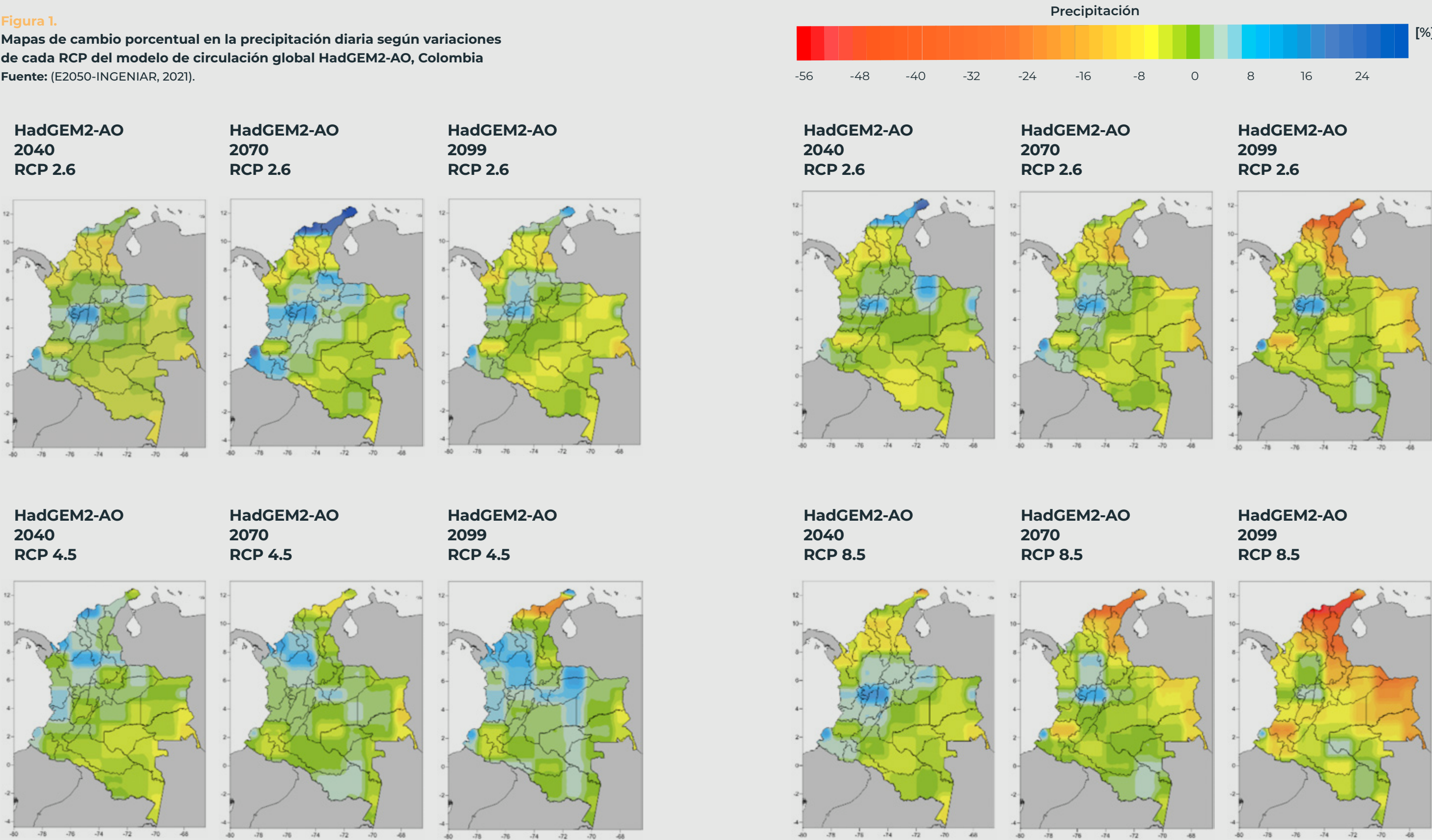
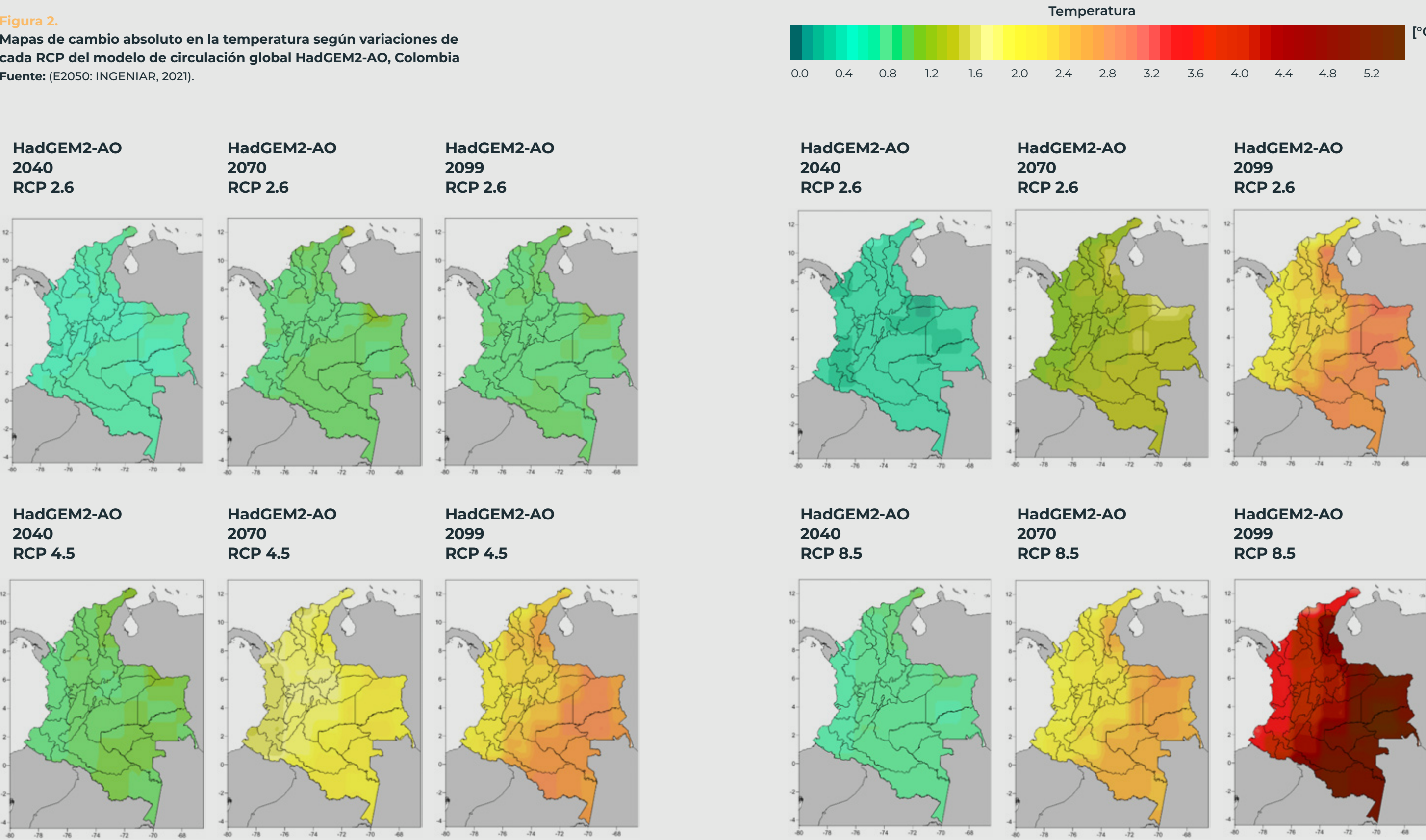


Figura 2.
Mapas de cambio absoluto en la temperatura según variaciones de cada RCP del modelo de circulación global HadGEM2-AO, Colombia
Fuente: (E2050: INGENIAR, 2021).



Ahora bien, con relación a los ecosistemas costeros y marinos, las proyecciones de temperatura superficial del mar (TSM) bajo el escenario RCP 6.0: Caribe y Pacífico⁴ muestran que en el Caribe hacia 2040 los mayores valores se observarán en los sectores sur y occidental, con aumentos superiores a 0.55 °C; mientras los menores se esperan hacia la zona oceánica adyacente al cabo de La Vela y frente a las costas de Atlántico y Bolívar, donde se esperan aumentos cercanos a los 0.5 °C. Hacia 2070 se esperan los mayores valores en las áreas aledañas al litoral sur, donde la TSM media se estima puede ser superior a 1 °C. Los menores valores se esperan nuevamente para el sector oceánico adyacente al cabo de La Vela, donde los incrementos esperados son cercanos a 0.85 °C. En el sector del Caribe central y en gran parte del Caribe occidental se espera que la TSM media aumente entre 0.9 y 1 °C.

Para el año 2070 se seguirá manifestando la diferencia espacial entre el sector nororiental y suroccidental del Caribe colombiano, siendo este último el que continúe presentando mayores valores de TSM. En contraste, los menores valores se presentarán al nororiente. Finalmente, hacia 2100 se esperan altos valores en la parte sur del litoral Caribe colombiano, en las cercanías del golfo de Morrosquillo, donde se podrían registrar aumentos hasta 1.5 °C. Durante este periodo, los menores incrementos se esperan en la zona oceánica nororiental. En el Caribe central y occidental (alrededor del archipiélago), se esperan aumentos entre 1.4 y 1.5 °C, y la variación espacial del Caribe descrita anteriormente continuará manifestándose, con menores valores frente a La Guajira. El área insular y el Caribe central colombi-

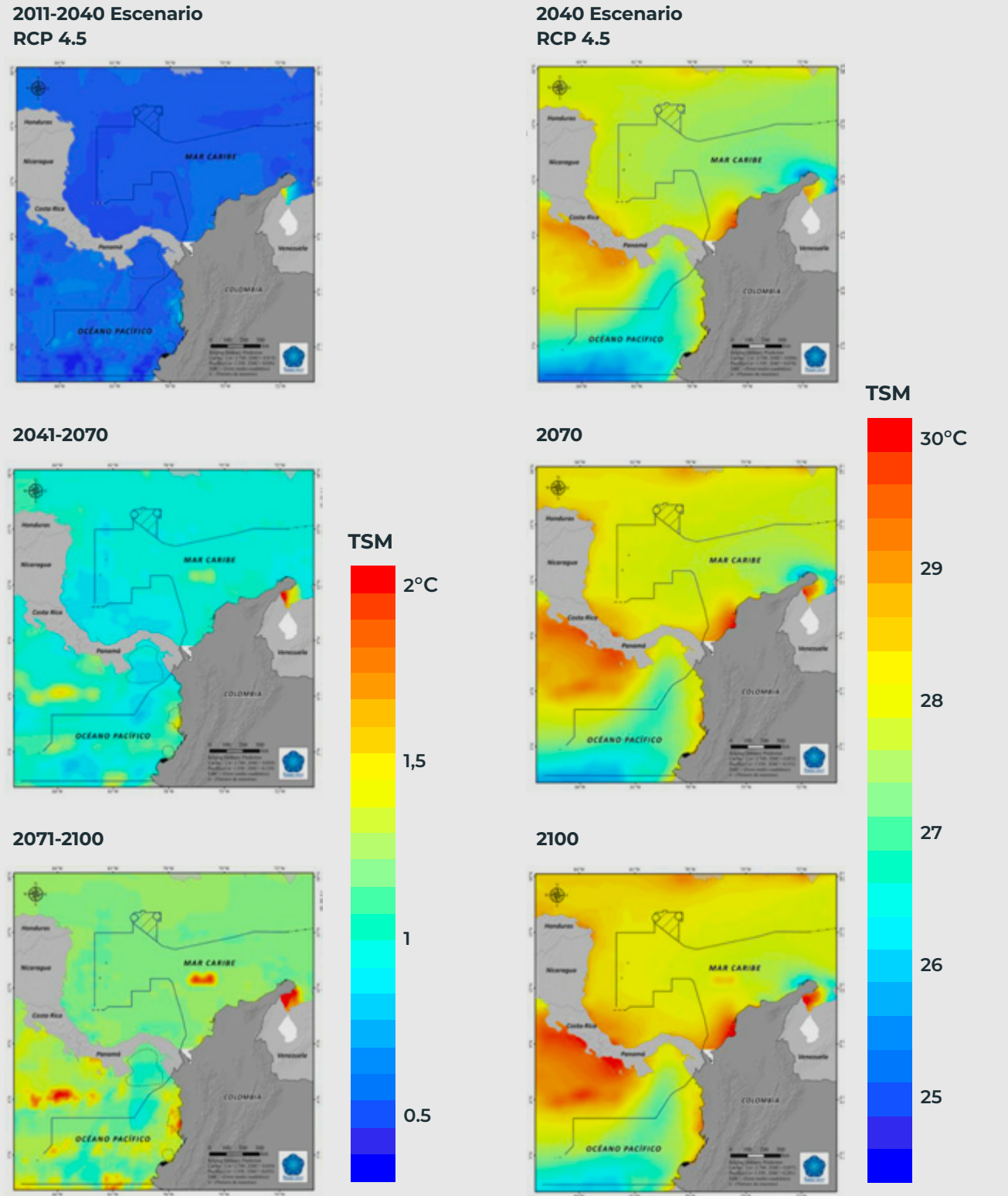
ano presentarán un conjunto de valores intermedios de entre 27 y 28.5 °C; mientras que el sector más cálido continuará siendo el suroccidental con máximos alrededor de 30 °C.

Por su parte, hacia 2040, en el Pacífico, se esperan los mayores aumentos de TSM en los sectores marítimos aledaños a la costa sur del Chocó y norte del Valle, con valores superiores a los 0.7 °C. Los menores incrementos se esperan para la región del Pacífico sur colombiano, con aumentos inferiores a 0.4 °C en las áreas aledañas Cauca y Nariño y hacia el suroccidente de la cuenca pacífica. En el área de influencia del jet de Panamá se esperan incrementos en torno a los 0.5 °C y en el sector central del Pacífico se esperan aumentos entre 0.45 y 0.6 °C, siendo menores en cercanías al litoral del departamento del Valle. Estos aumentos tendrán como consecuencias valores de TSM máximos frente a las costas chocoanas en el año 2040. A 2070 se espera que los mayores aumentos de TSM se presenten en el sector marítimo aledaño al litoral sur del Chocó. Los valores mínimos por su parte, se estiman que sean registrados en el Pacífico suroccidental, frente a la costa de Nariño y en el área de influencia del jet de Panamá (entre 0.85 y 0.9 °C).



4. El detalle de estas proyecciones, así como de las proyecciones de temperatura superficial del mar (TSM) bajo escenario RCP 4.5: Caribe y Pacífico se encuentran disponibles en el Informe técnico final del análisis de vulnerabilidad marino costero ante el cambio climático para el país (Contrato PNUD No. 0000040357) de 2017.

Figura 3.
Escenario RCP 6.0. cambio de la TSM (°C) en el periodo 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100 y TSM esperada para el año 2040, 2070 y 2100
Fuente: (INVEMAR et al. 2017).





3.3 Perfil de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por sector en Colombia

En el sector central del Pacífico colombiano, entre los 3 y 4 °N, se esperan aumentos de TSM media entre 0.95 y 1.1 °C. Teniendo en cuenta estos aumentos, la TSM al año 2070 presentará los menores valores en el área afectada por los vientos del jet de Panamá y estarán entre 26.5 y 28 °C. Por el contrario, los mayores valores de TSM podrán ser detectados frente a las costas chocoanas con máximos alrededor de 28.95 °C; mientras que el resto del litoral Pacífico colombiano presentará registros cercanos a 28 °C. Hacia 2100, nuevamente el mayor aumento es esperado frente al litoral sur del Chocó y norte del Valle, en los cuales se presentarán aumentos cercanos a los 2 °C. Los menores valores de cambio en la TSM media se estiman para el Pacífico sur, frente al litoral de Nariño y en el área de influencia del jet de Panamá, donde se presentarían aumentos inferiores a 1.3 °C. En el sector del Pacífico central se esperan aumentos de TSM media entre 1.45 y 1.6 °C. El área que tiene afectación por los vientos del jet de Panamá será la más fría, con una TSM fluctuante entre 27 y 28 °C. La zona costera de Nariño, Cauca y Valle, presentará valores entre 27.5 y 28 °C, mientras que la zona más cálida será el litoral chocoano con TSM que pueden llegar a los 30 °C (INVEMAR et al., 2017).

Los principales impactos que Colombia viene sufriendo, asociados al cambio climático, son: la

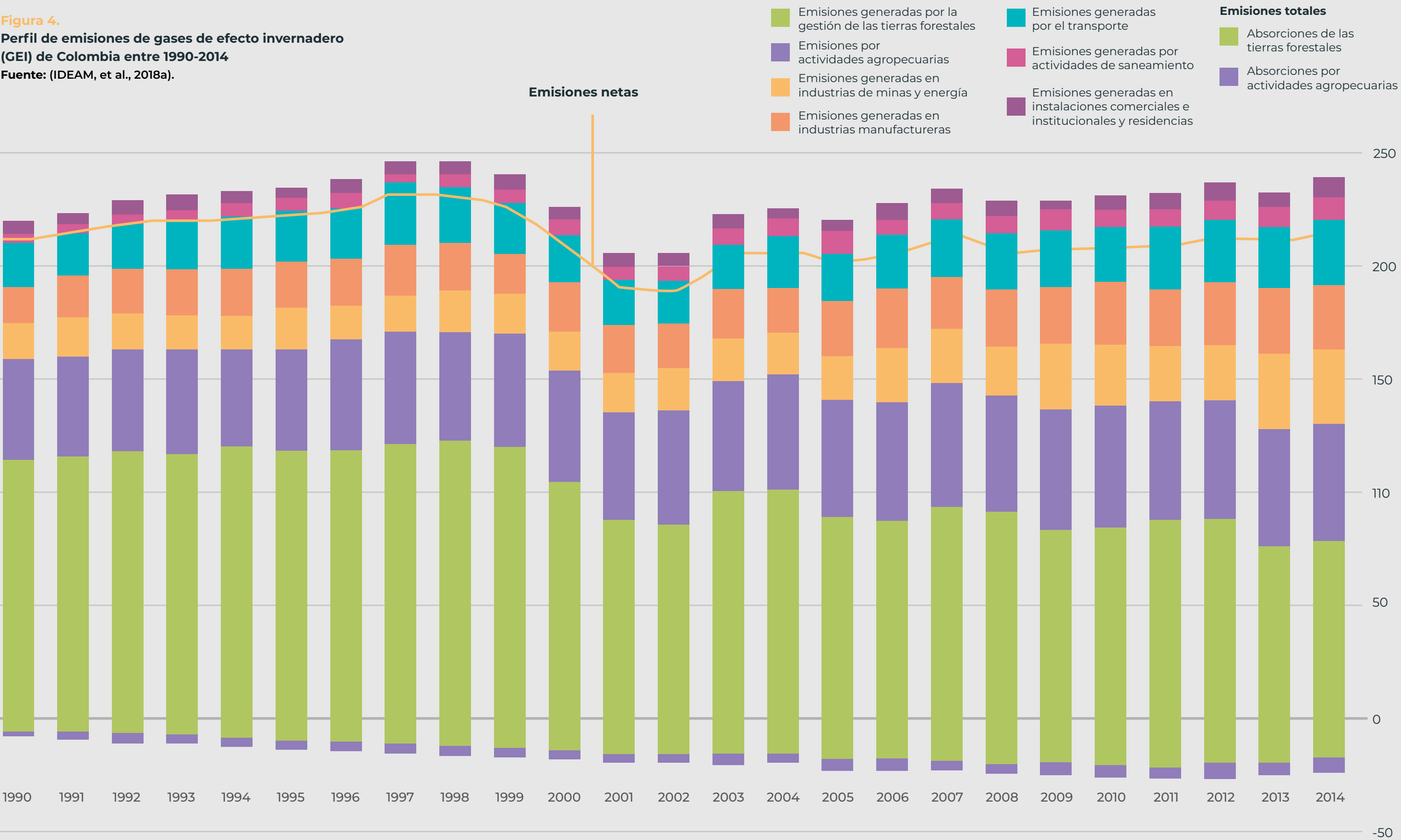
pérdida acelerada de los nevados y glaciares de alta montaña (IDEAM, 2019a); impactos significativos en la variabilidad climática (aumento de lluvias por encima del percentil 95 y en otros momentos del año y otras regiones, aumento de las sequías) (IDEAM, et al., 2017); el aumento en el número de huracanes que afectan las costas e islas colombianas en el caribe de manera directa o indirecta (coletazos) (Ortiz, 2012); blanqueamiento de corales (WWF, 2019); extinción de especies (MinAmbiente, 2018); pérdida de recursos hídricos (IDEAM, 2019b) y aumento en la susceptibilidad a la desertificación del área continental (IDEAM, 2012). Adicionalmente, el cambio climático exacerba las desigualdades de género y aumenta la brecha de oportunidades y derechos entre los hombres y las mujeres dadas las condiciones de un país en desarrollo. En este punto y frente a la evaluación del riesgo por cambio climático, es importante resaltar que el que haya más o menos desastres en un lapso determinado, no es una estadística que pueda reflejar si el riesgo se está reduciendo o no, porque, así como en ese lapso podrían no ocurrir eventos significativos, también podrían ser excesivos, es decir, se puede presentar una racha o alguno muy grande, por esta razón el riesgo debe evaluarse como la pérdida anual esperada y ver qué implicaría reducirla (reducir el riesgo).

En promedio, las emisiones históricas anuales de Colombia para el periodo 1990-2014 fueron de 227.8 Mt de CO_{2eq}, las absorciones 16.6 Mt de CO_{2eq} y las emisiones netas 221.2 Mt de CO_{2eq}; reflejando un crecimiento total del 9.6 % y una tasa de crecimiento anual compuesta de 0.4 %. Desde 1990, las emisiones del país presentaron una tendencia creciente hasta el año 1998, posteriormente en 1999 se registró una disminución del 2.1 % respecto a 1998 (Portafolio, 2009), y una disminución de las emisiones del módulo de energía e IPPU (del 8.8 % y 17.3 %, respectivamente). En los años 2000, 2001 y 2002 también se presentó una considerable caída de las emisiones totales del país (del 5.9 %, 14.2 % y 13.9 % respectivamente, en comparación con el año 1999), debido al cambio en la tasa de deforestación anual del bosque reportada, la cual fue de aproximadamente 130.000 ha menor a la del periodo 1990-1999 (IDEAM, et al., 2018a).

A pesar de los menores niveles de emisiones registrados desde el 2000, hubo una tendencia creciente en el total de emisiones del país a partir del año 2002, alcanzando en 2014 un valor cerca-

no al máximo presentado en el periodo 1990-1999 (236.973 Gg de CO_{2eq} en 2014 y 243.188 Gg de CO_{2eq} en 1998) (IDEAM, et al., 2018). Históricamente, el módulo AFOLU es el que más ha realizado aporte en las emisiones GEI del país (65 % en promedio para la serie 1990-2014). No obstante, dicho aporte ha venido disminuyendo progresivamente (73 % en 1990, 67 % en 2000, 60 % en 2010 y 55 % en 2014). En contraste, el módulo de energía ha aumentado pasando del 22 % en 1990 al 35 % en 2014. Igualmente, mientras que la tasa de decrecimiento de AFOLU fue de 0.8 %, las emisiones de IPPU y residuos presentaron la mayor tasa de decrecimiento anual compuesta (3.7 % y 3.6 % respectivamente) y energía una tasa de 2.3 %. La tasa de decrecimiento de AFOLU fue de 0.8 %, mientras que el sector IPPU mostró el mayor incremento en las emisiones con un crecimiento total de 139 % en 2014 respecto a 1990. A su vez, las emisiones en el módulo residuos incrementaron 131 %, mientras que las de energía tuvieron un aumento del 73 % (IDEAM, et al., 2018a) (figura 4).

Figura 4.
Perfil de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de Colombia entre 1990-2014
Fuente: (IDEAM, et al., 2018a).

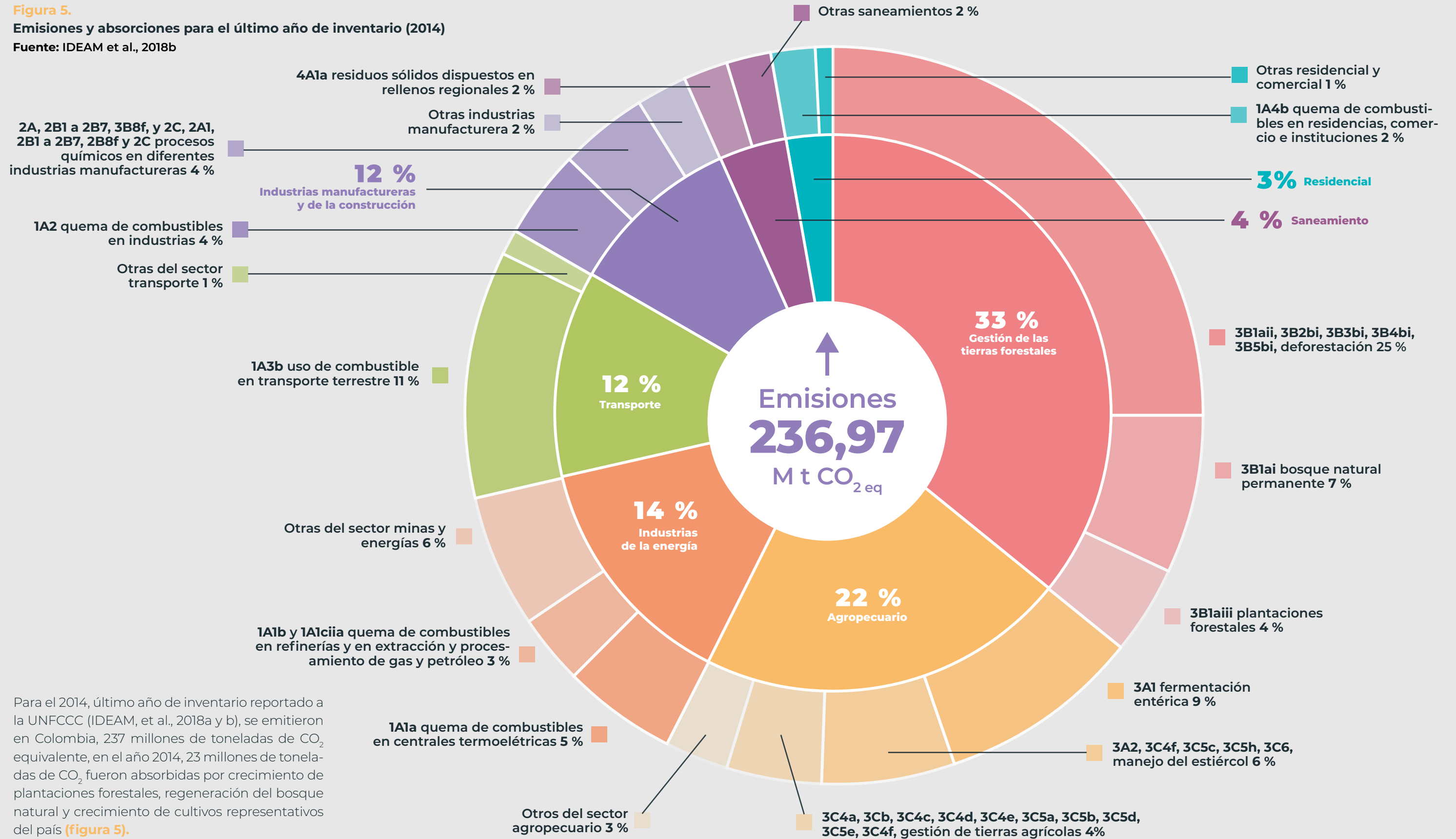




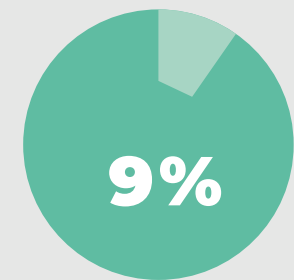
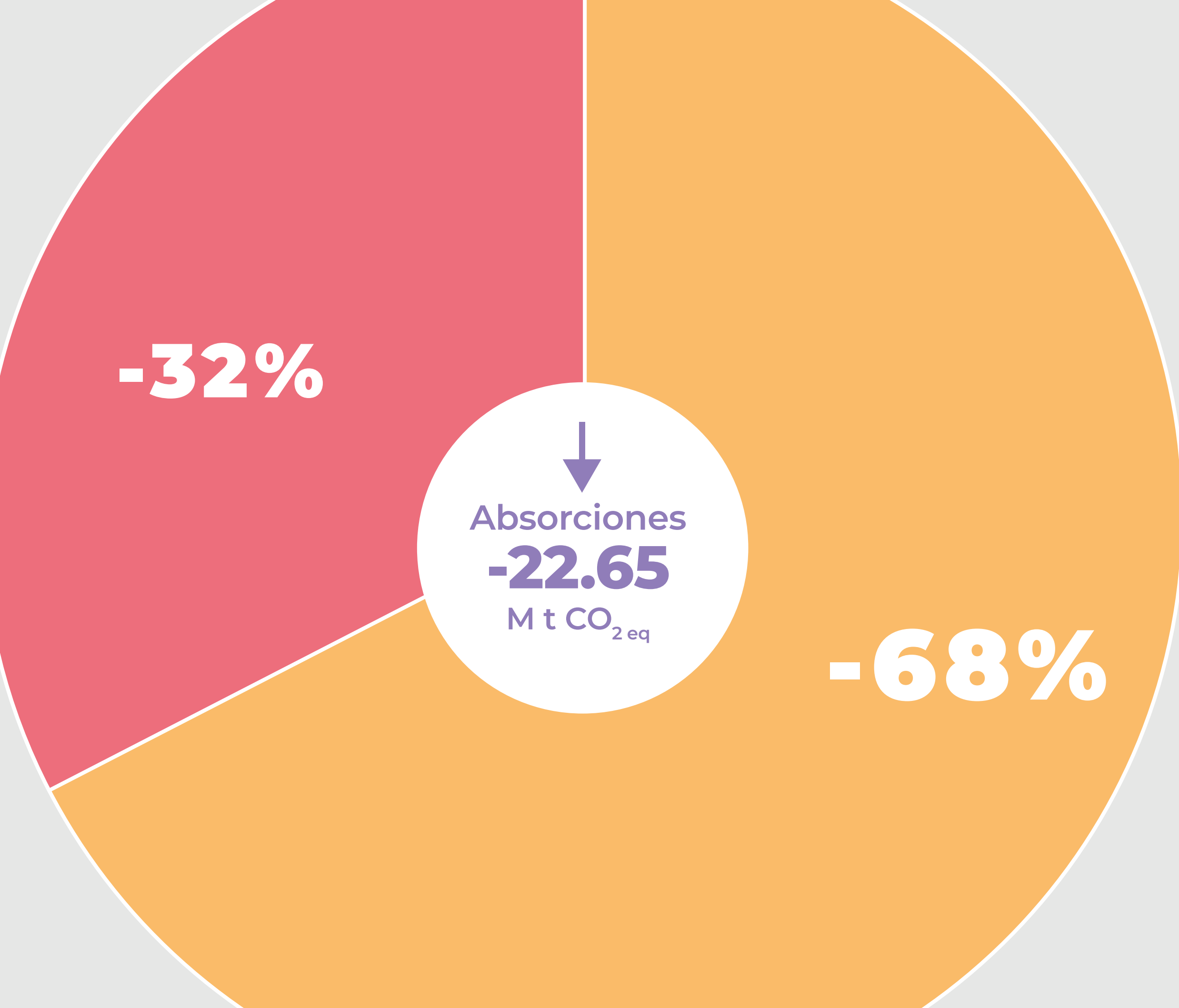
	Millones de toneladas de CO ₂ eq			Crecimiento (%) 1990 - 2014	Crecimiento (%) 2010- 2014	Tasa crecimiento anual compuesta de 1990 a 2014
	1990	2010	2014			
Emisiones generadas por la gestión de las tierras forestales	113.93	84.21	79.23	-30 %	-6 %	-1,5 %
Emisiones por actividades agropecuarias	45.24	54.7	52	15 %	-5 %	0,6 %
Emisiones generadas en industrias de minas y energía	14.06	26.66	32.32	130 %	21 %	3,5 %
Emisiones generadas en industrias manufactureras	15.40	25.10	27.63	79 %	10 %	2,5 %
Emisiones generadas por el transporte	18.95	24.52	28.96	53 %	18 %	1,8 %
Emisiones generadas por actividades de saneamiento	4.17	9.22	9.82	135 %	7 %	3,6 %
Emisiones generadas en instalaciones comerciales e institucionales y residencias	4.55	5.94	7.01	54 %	18 %	1,8 %
Emisiones totales	216.29	230.36	236.97	10 %	3 %	0,40 %
Absorciones De Las Tierras Forestales	-3.22	-17.15	-15.6	385 %	-9 %	6,80 %
Absorciones por actividades agropecuarias	-3.68	-6.13	-7.06	92 %	15 %	2,70 %
Absorciones totales	-6.90	-23.28	-22.66	228 %	-3 %	5,10 %
Emisiones netas (balance emisiones - absorciones)	209.1	207.08	214.31	2 %	3 %	0,10 %



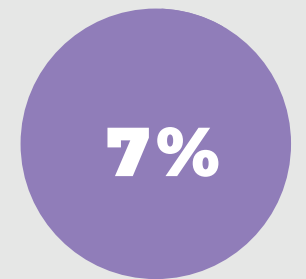
Figura 5.
Emisiones y absorciones para el último año de inventario (2014)
Fuente: IDEAM et al., 2018b



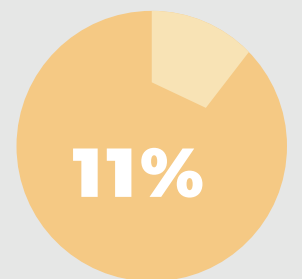
Para el 2014, último año de inventario reportado a la UNFCCC (IDEAM, et al., 2018a y b), se emitieron en Colombia, 237 millones de toneladas de CO₂ equivalente, en el año 2014, 23 millones de toneladas de CO₂ fueron absorbidas por crecimiento de plantaciones forestales, regeneración del bosque natural y crecimiento de cultivos representativos del país (figura 5).



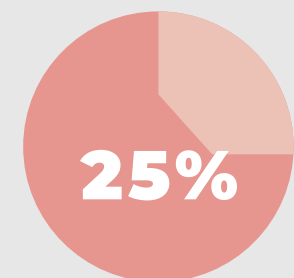
Fermentación
entérica



Emisiones del bosque
natural permanente



Uso de combustibles en
transporte terrestre



Deforestación

3.4 Colombia, un país con alto riesgo por cambio climático (periodo 2040-2070)

3.4.1 Evaluación probabilista del riesgo por cambio climático en Colombia (periodo 2040-2070)

La cuantificación del problema de riesgo de desastre se deriva de la ocurrencia de amenazas naturales y su posible modificación en el futuro por los efectos del cambio climático, de la exposición de activos y personas y de la vulnerabilidad de esos elementos expuestos. Es importante señalar que, si bien el cambio climático, expresado como una colección de posibles climas futuros, efectivamente modifica las condiciones en las cuales ocurren las pérdidas, existe actualmente una condición de riesgo (clima base) que no es nula ni despreciable y cuya directa intervención es fundamental como parte de un proceso efectivo de adaptación.

Se ha desarrollado para Colombia una evaluación probabilista del riesgo climático que se fundamenta en técnicas de modelación del riesgo catastrófico para la cuantificación de posibles pérdidas causadas sobre los elementos expuestos por la ocurrencia natural de fenómenos amenazantes. Adicionalmente, la conjugación de

múltiples aspectos sociales, económicos, políticos —por mencionar algunos— que derivan en una situación de potencialidad de una consecuencia adversa y que son difícil de cuantificar, requiere de una aproximación holística en donde todos los aspectos que son relevantes en su configuración participen de forma apropiada⁵. Por lo tanto, la aplicación de la cuantificación del riesgo físico en conjunto con un enfoque holístico permite obtener una visión completa del riesgo.

5. Cabe resaltar que el enfoque de los llamados análisis de vulnerabilidad comúnmente se ha dirigido principalmente hacia una caracterización social de la vulnerabilidad, tratándola como una característica equivalente al riesgo y no como una condición o predisposición a consecuencias adversas, resultado de la susceptibilidad, debilidades y falta de resiliencia o capacidad de recuperarse, dejando de lado el hecho de que el daño físico potencial es imprescindible cuando se trata de estimar el riesgo.

Figura 6. Matriz de amenazas climáticas y elementos sectoriales expuestos analizados de forma probabilista para la evaluación del riesgo por cambio climático (Ingeniar 2021)

	 Construcciones		 Infraestructura	 Agrícola	 Servicios ecosistémicos
 Inundaciones	Residencial	Gobierno	Agua y saneamiento		
	Comercial	Educación	Energía		
	Industria	Salud	Telecomunicaciones		
			Transporte		
 Sequias				Maíz	
				Arroz sacano	
 Incendios de cobertura vegetal					Bosque
					Frontera agrícola
 Huracanes	Residencial	Gobierno	Agua y saneamiento		
	Comercial	Educación	Energía		
	Industria	Salud	Telecomunicaciones		
			Transporte		
 Deslizamientos			Red vial principal		

Riesgo físico

La modelación del riesgo desarrollada en este trabajo se enfoca específicamente en las amenazas y sectores indicados en la figura 6.

En este estudio, se hizo diferencia entre tres tipos específicos de pérdida:

- Las pérdidas causadas por inundaciones, huracanes y deslizamientos sobre edificaciones e infraestructura son pérdidas sobre activos físicos. Significa que los valores expuestos son valores de reposición, los cuales se pagan con el fin de reponer el activo perdido al mismo estado en el que se encontraba inicialmente una vez ocurrido el evento o a un estado mínimo equivalente según su condición de uso. Son pérdidas de gran magnitud y baja frecuencia.
- Las pérdidas causadas en el sector agrícola por sequías son pérdidas en producción, es decir, una disminución en el ingreso resultante de la actividad agrícola. Por tanto, no se mide el daño o detrimento en un activo físico, sino la disminución en un flujo económico. Estas son pérdidas de baja magnitud y alta frecuencia.
- Las pérdidas resultantes de la ocurrencia de incendios forestales son pérdidas en flujos de servicios ecosistémicos. Guardan cierta similitud con las pérdidas al sector agrícola, con la diferencia que los montos de pérdida son en general mucho más grandes, dada la importancia relativa de los servicios ecosistémicos en diferentes dimensiones. Son entonces pérdidas de gran magnitud y alta frecuencia.

Como parte de la cuantificación del riesgo de desastres incorporando el cambio climático en Colombia, se calculó la pérdida anual promedio (PAP) y la pérdida máxima probable (PML) para las siguientes amenazas y portafolios de exposición: inundación y huracán en construcciones (vivienda, comercio, industria, gobierno, educación y salud) e infraestructura (transporte,



agua, energía, hidrocarburos y comunicaciones), deslizamientos en la red vial principal, sequía en los portafolios nacionales de maíz (blanco y amarillo, tradicional y tecnificado) y arroz de secano (manual y mecanizado) y servicios ecosistémicos de los bosques naturales del país. Estas amenazas y portafolios de exposición, si bien no son exhaustivos, permiten ilustrar los niveles de riesgo que enfrenta el país como consecuencia de procesos de desarrollo que han conducido históricamente a la construcción de la vulnerabilidad existente y que pueden ser exacerbados por el efecto del cambio climático en la modificación de los patrones de ocurrencia de amenazas hidrometeorológicas.

La PAP representa el promedio multianual de las pérdidas por desastres, calculado por medio de la simulación de miles de posibles eventos de amenazas hidrometeorológicas determinados en base a las condiciones climáticas resultantes de considerar múltiples trayectorias mundiales de emisiones de gases de efecto invernadero al 2050. La PAP puede interpretarse como el valor anual que debería pagarse si fuera posible sufragar anualmente los costos directos de primer orden de los desastres del futuro.

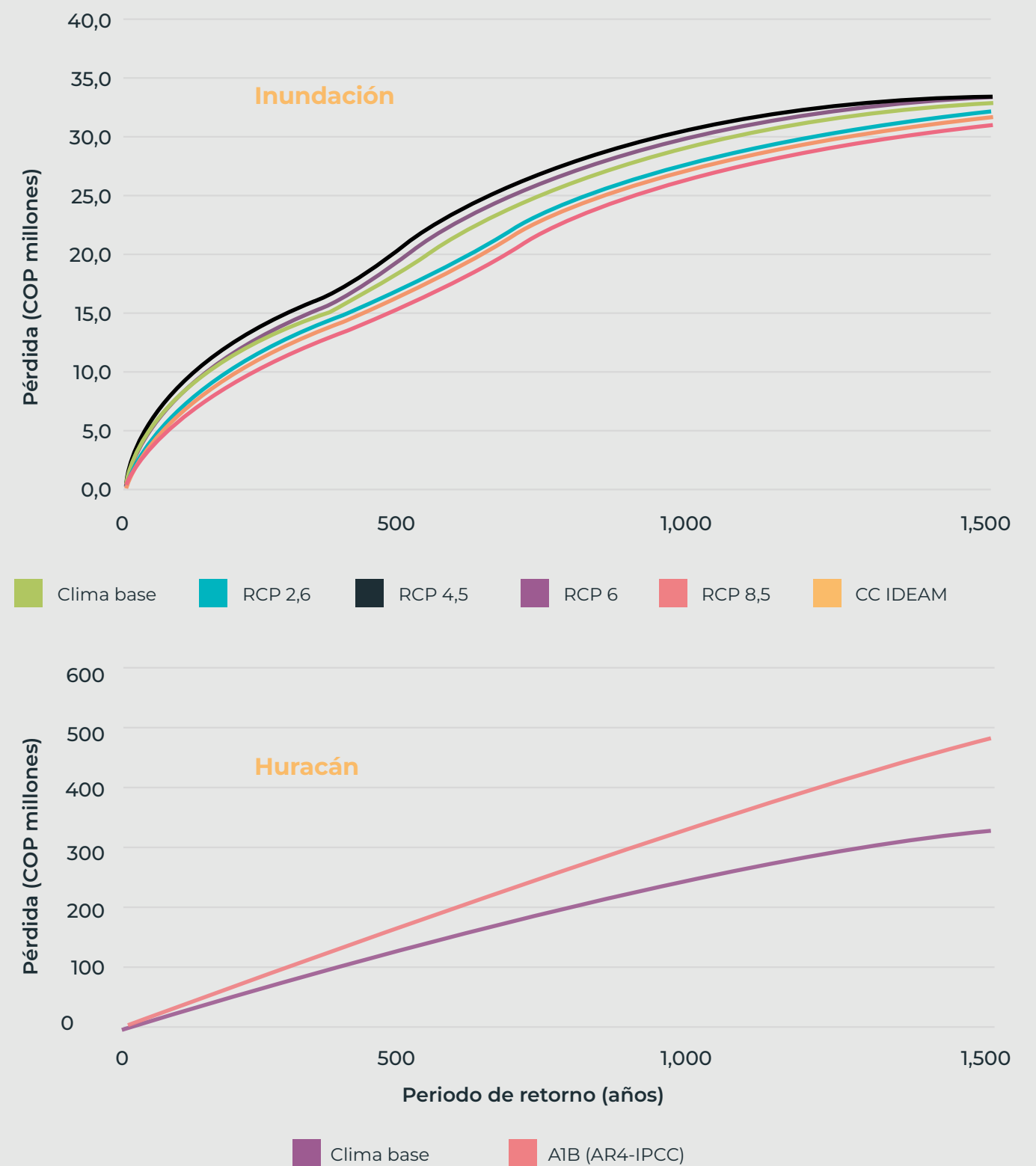
Para el cálculo del PAP se evaluó la curva de riesgo que no es más que la curva de PML o la curva de

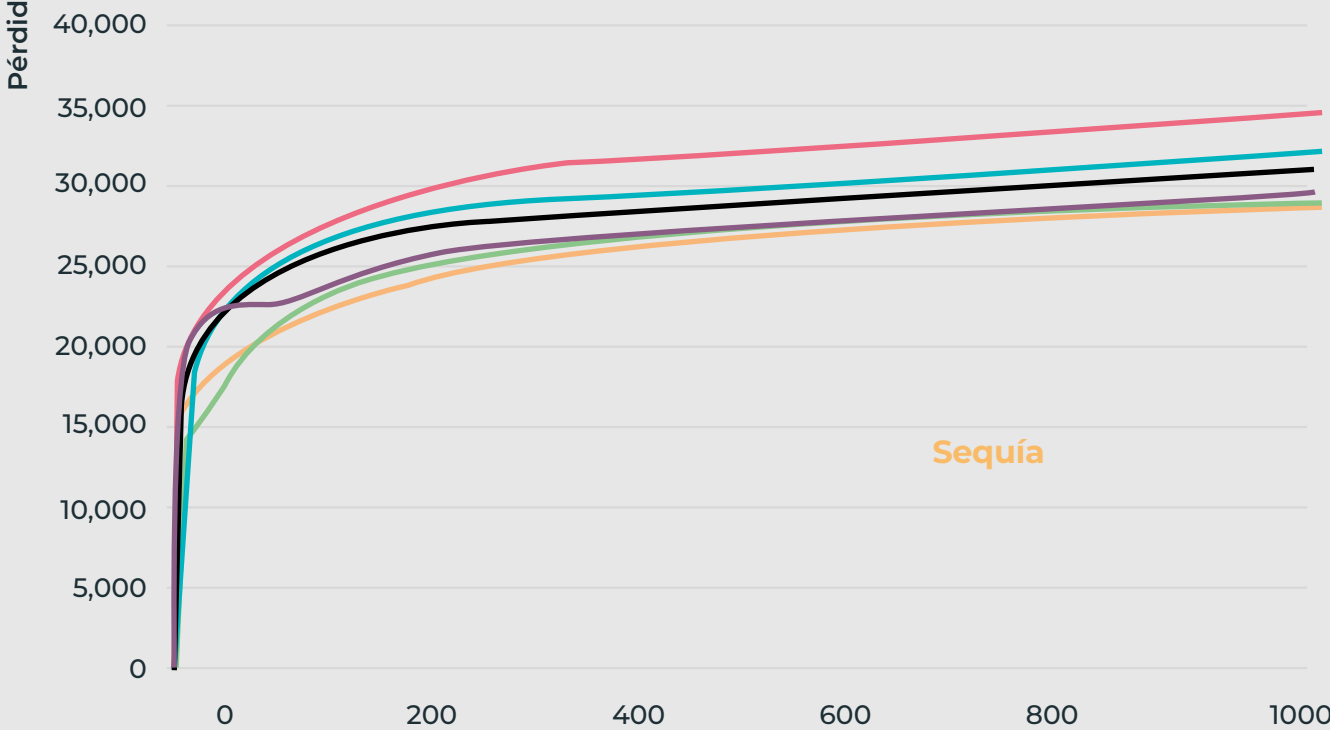
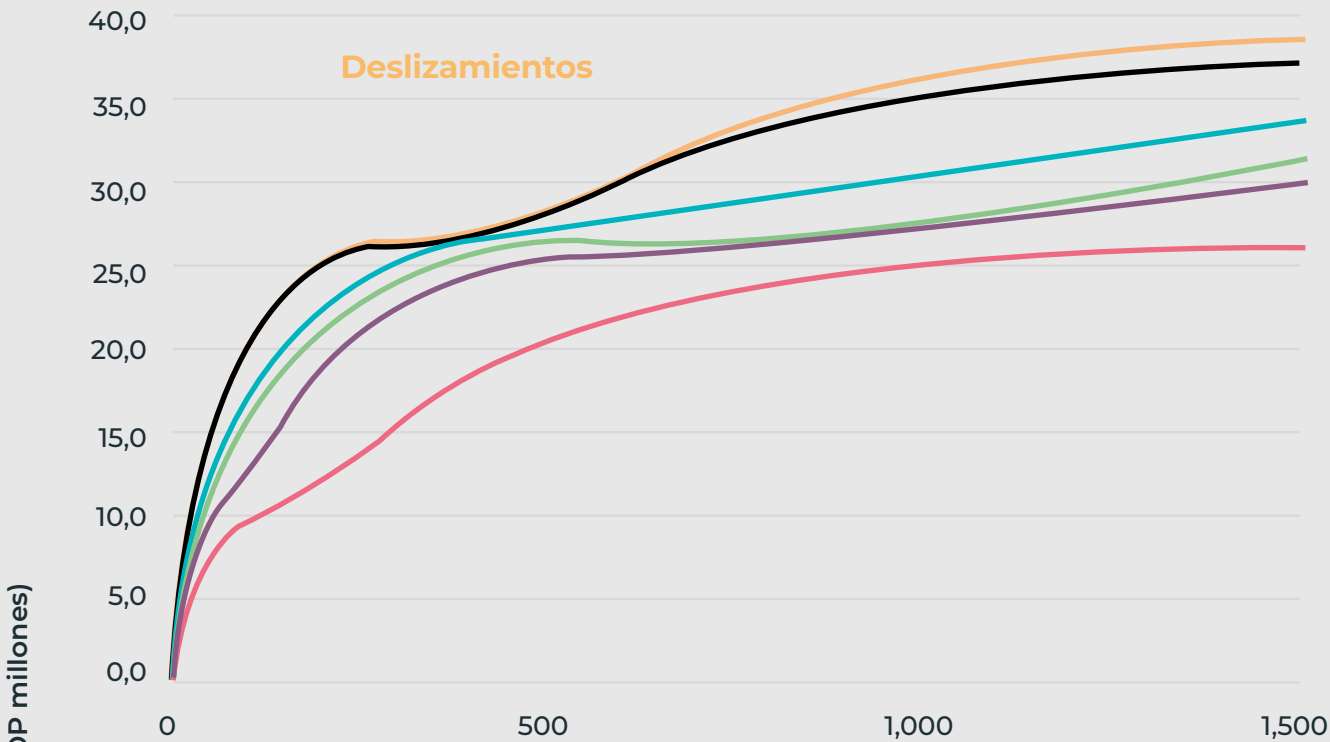
pérdidas en función del periodo de retorno. Los resultados deben interpretarse como intervalos dentro de los cuales se espera se encuentren los valores de las métricas, independientemente de cómo se desarrolle el clima en el 2050.

Para el cálculo del riesgo se realizó un análisis de las principales amenazas (inundación, ciclones tropicales, deslizamiento, sequía e incendios forestales) y de la exposición, entendida como el inventario de bienes inmuebles e infraestructura que pueden ser afectados y se expresa en términos de activos y de población. Estas bases de exposición están conformadas por indicadores de exposición en términos de tipo de edificaciones e infraestructura general del país y de las ciudades, su valoración económica y su ocupación humana. Adicionalmente, se calculó la vulnerabilidad, entendida como el grado de susceptibilidad al daño que tiene un elemento expuesto ante la ocurrencia de una determinada intensidad de amenaza en su ubicación. Su definición depende del tipo de amenaza y del tipo de exposición que se esté trabajando (INGENIAR 2020).

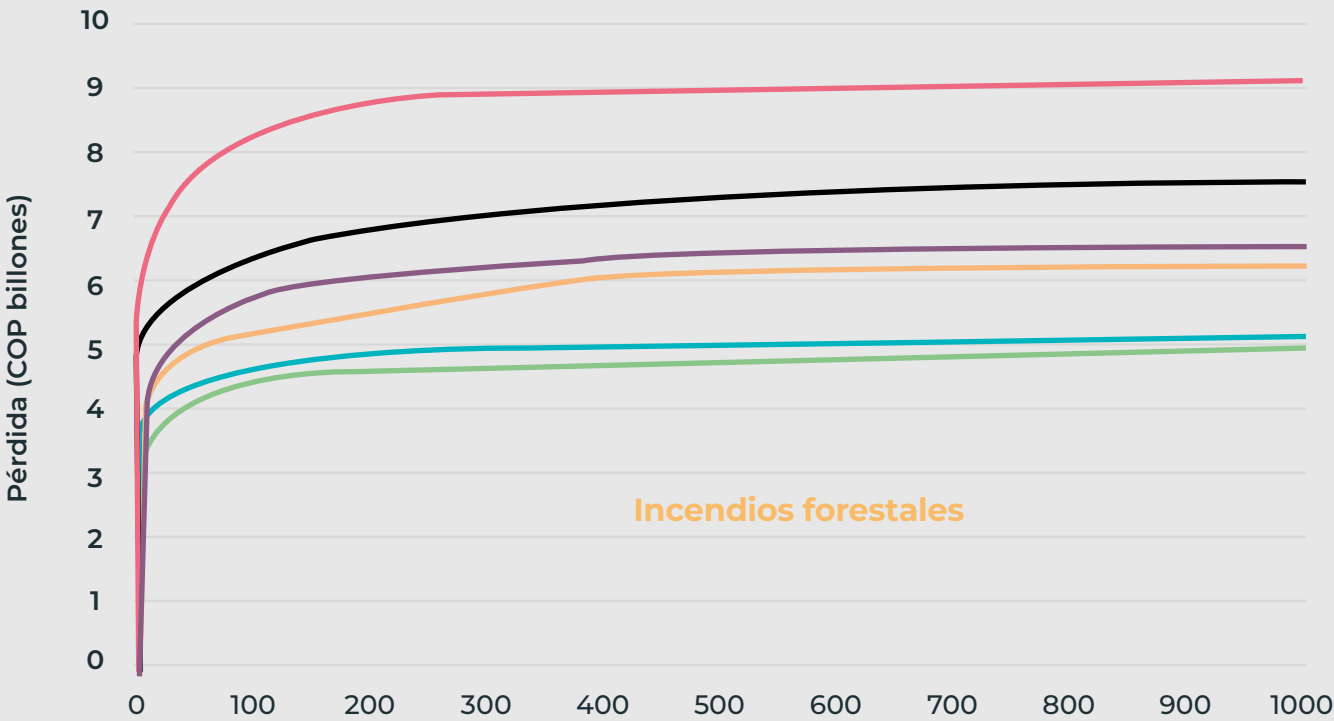
A continuación, se presentan la totalidad de curvas de PML calculadas para todos los climas (clima base, RCP 2.6, 4.5, 6 y 8.5 descritos por el modelo HadGEM2-AO y escenarios Tercera Comunicación Nacional IDEAM et al. 2015) con respecto a cada amenaza considerada.

Figura 7.
Curvas de pérdida máxima probable (PML) calculadas para todos los escenarios RCP y todas las amenazas climáticas consideradas (Ingeniar 2021)





Clima base RCP 2,6 RCP 4,5 RCP 6 RCP 8,5 CC IDEAM



Clima base RCP 2,6 RCP 4,5 RCP 6 RCP 8,5 CC IDEAM

Además, se presentan las principales cifras (PAP, PML para varios periodos de retorno) ante los diferentes climas, y mapas de pérdidas, de forma separada para cada amenaza.

Una vez obtenidas las curvas de riesgo, se calculó el PAP, obteniendo:

En general, la PAP del país para la totalidad de portafolios, oscila entre 4.54 y 4.33 billones de pesos, dependiendo de los diferentes escenarios de trayectorias de emisiones considerados. Si se aísla el efecto del cambio climático en los valores de PAP obtenidos, se observa que, con el clima actual (es decir, no alterado por cambio climático), la PAP es de 3.28 billones de pesos, lo que significa que el país hoy en día presenta un nivel de riesgo ya configurado no asociado al cambio climático, que no es despreciable y cuya reducción representa un reto de grandes proporciones.

Ahora bien, es evidente el incremento en el riesgo que se puede atribuir al cambio climático, incrementando la PAP entre un 8 % y un 39 %, dependiendo del escenario de emisiones considerado.

Si se considera el escenario de emisiones RCP 4.5, el cual representa un nivel intermedio de aumento en la temperatura promedio del aire a nivel mundial, la PAP para Colombia se estima en 4.03 billones de pesos. Con el fin de poner en contexto macroeconómico este nivel de pérdida, se revisó el presupuesto general de la nación para 2021, y se comparó la PAP con el gasto proyectado por el Gobierno en vivienda, agricultura, ambiente y transporte, estimado en 18.8 billones de pesos. La PAP corresponde entonces al 21.46 % del gasto presupuestado en estos rubros. Si adicionalmente se incluyen los gastos proyectados en salud y educación, total en estos seis rubros de 101.4 billones, monto sobre el PAP significa un 3.98 %.

Ahora bien, si se observan las cifras de inversión propuestas por el Gobierno Nacional como parte del plan de recuperación económica post COVID, el cual indica las inversiones anuales estimadas por el Gobierno, de 2021 a 2052, como necesarias para la reactivación de la economía del país, vemos que los montos proyectados para 2021 y 2022 son 4.75 y 3.91 billones de pesos, respectivamente, es decir, son del mismo orden de magnitud que la PAP. Esto ilustra la severidad del riesgo de desastres y el impacto del cambio climático en el país, así como la altísima relevancia de lograr un mejor modelo de desarrollo, que permita reducir gradualmente la PAP mediante una efectiva gestión del riesgo y adaptación al cambio climático.

Adicionalmente se estimó:

- El valor de pérdida anual promedio por inundaciones y huracanes equivale al 7.54 % frente

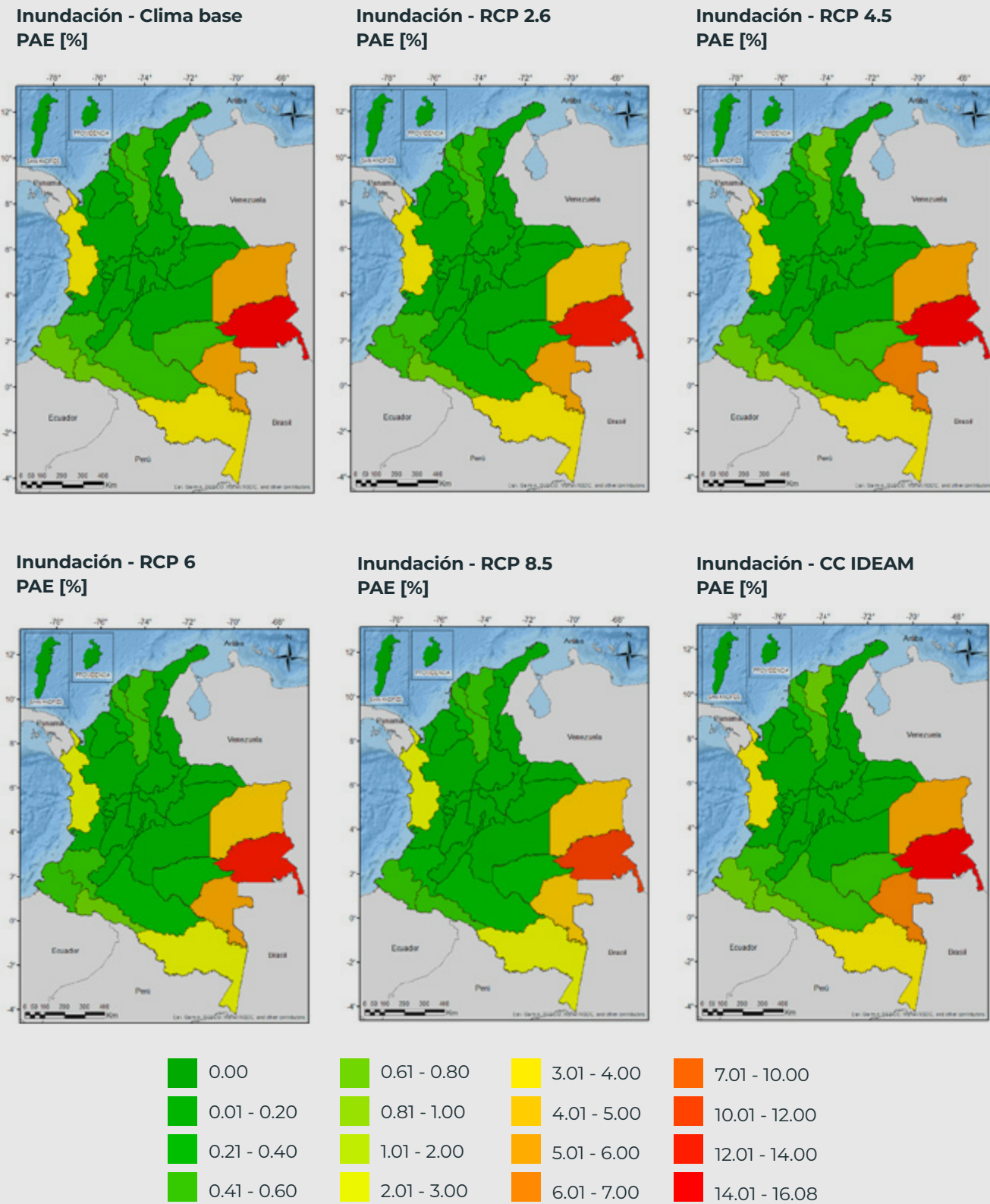
al rubro de vivienda del presupuesto general de la nación 2021 (4.8 billones de pesos).

- El valor de perdida anual promedio (esperada) en vías por deslizamientos equivale al 1.18 % frente al rubro de transporte (11.6 billones). Es importante resaltar que no tiene en cuenta las pérdidas por deslizamientos a nivel urbano u otras infraestructuras.
- El valor de pérdida anual promedio (esperada) por sequía en los dos cultivos considerados (maíz y arroz) equivale al 1.30 % del rubro en agricultura y desarrollo rural (1.7 billones). Es importante señalar que solo se tienen en cuenta dos cultivos de tantos que tiene el país.
- El valor de pérdida anual promedio por incendios forestales equivale al 1.17 % frente a la formación bruta de capital (236.39 billones).

Figura 8. Riesgo por inundaciones sobre construcciones e infraestructura

Resultados de riesgo por inundación			Valor expuesto (COP Mm)		\$		2.365.319.220	
Clima	Pérdida anual esperada		PLM 250 años		PLM 500 Años		PML 1000 Años	
	(COP millones)	(%)	(COP millones)	(%)	(COP millones)	(%)	(COP millones)	(%)
Clima base	\$356.740	0.15	\$12.794.492	0.54	\$19.904.642	0.84	\$29.583.711	1.25
RCP 2.6	\$321.098	0.14	\$12.115.212	0.51	\$18.449.508	0.78	\$28.717.245	1.21
RCP 4.5	\$392.809	0.14	\$13.494.357	0.57	\$21.457.683	0.91	\$30.476.434	1.29
RCP 6	\$302.902	0.13	\$11.765.280	0.50	\$17.720.022	0.75	\$27.816.009	1.18
RCP 8.5	\$285.777	0.12	\$11.435.932	0.48	\$17.033.447	0.72	\$26.962.799	1.18
CC IDEAM	\$374.614	0.16	\$13.144.424	0.56	\$20.681.162	0.87	\$30.030.073	1.27

MAPAS DE PÉRDIDA ANUAL ESPERADA RELATIVA POR DEPARTAMENTO





MAPAS DE PÉRDIDA ANUAL ABSOLUTA Y RELATIVA POR DEPARTAMENTO

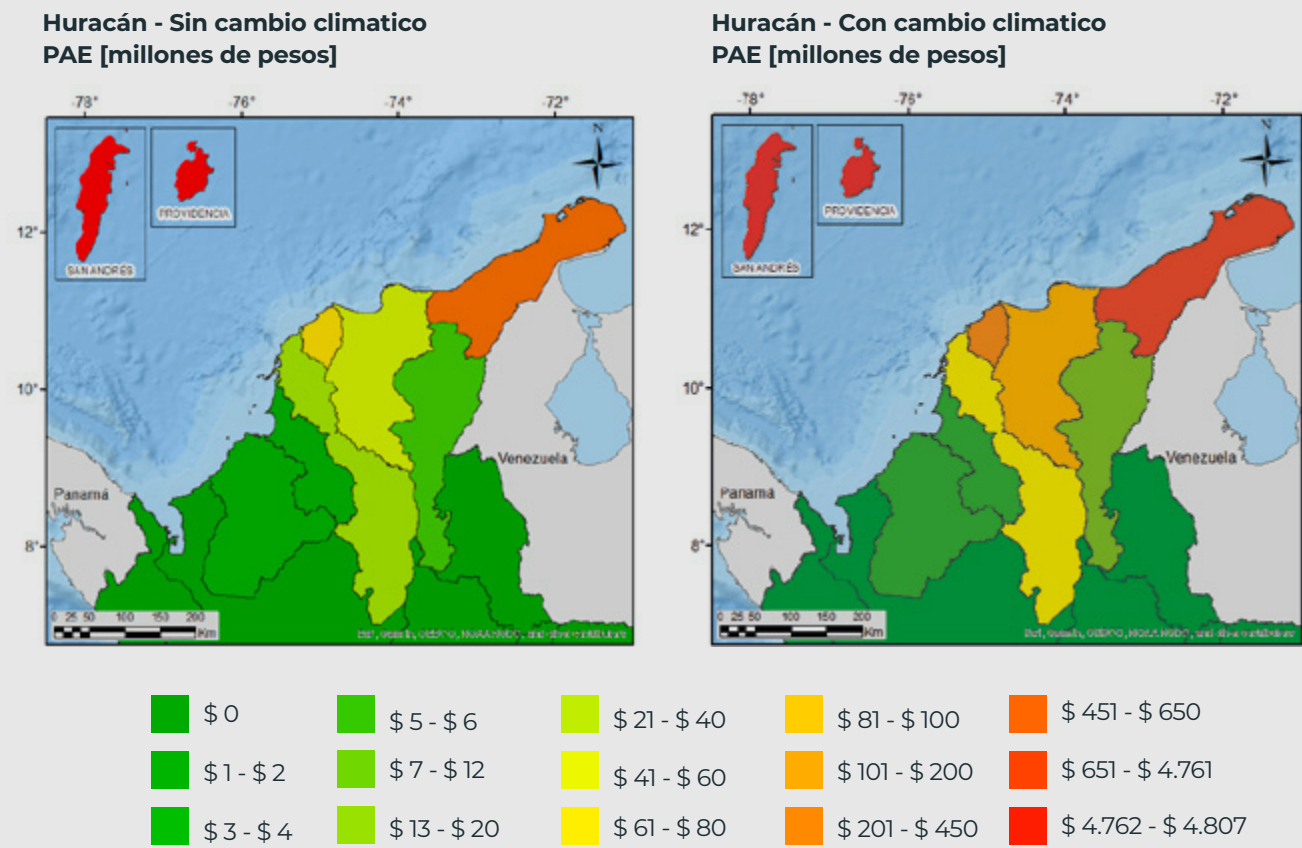


Figura 9.
Riesgo por huracán sobre construcciones e infraestructura

Resultados de riesgo por huracán			Valor expuesto (COP Mm)		\$2.363.136.133			
Clima	Pérdida anual esperada		PML 250 años		PML 500 años		PML 1000 años	
	(COP millones)	(%)	(COP millones)	(%)	(COP millones)	(%)	(COP millones)	(%)
Clima base	\$5.375	0.0023	\$306.610	0.013	\$486.111	0.021	\$701.714	0.030
AIB (AR4-IPCC)	\$5.729	0.0024	\$311.911	0.013	\$510.061	0.022	\$797.566	0.034

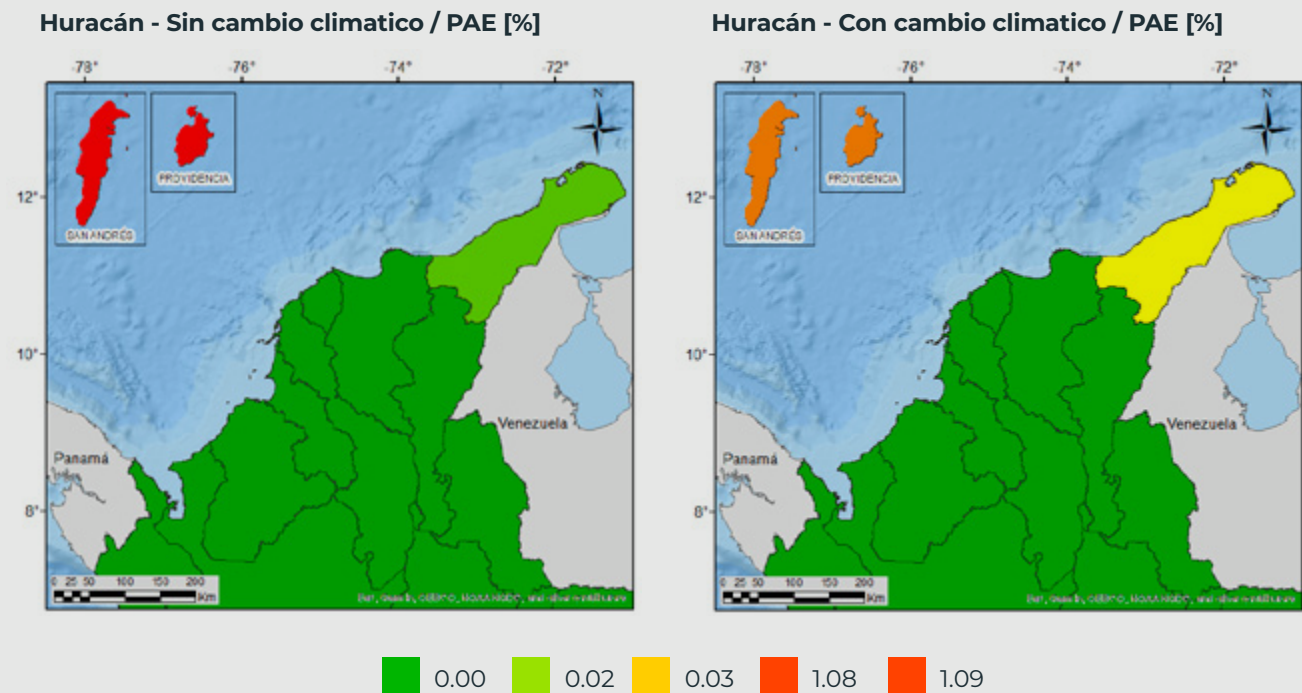
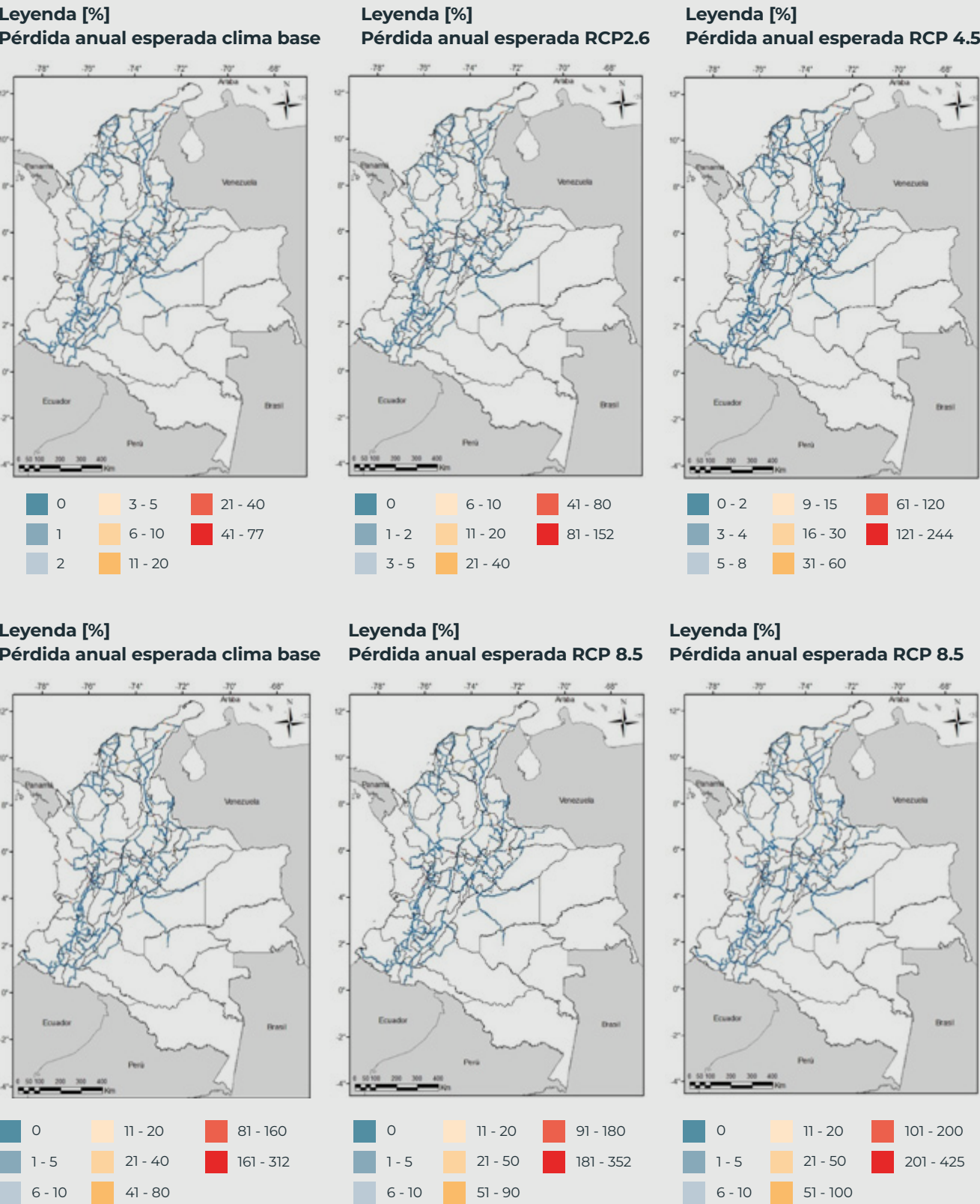




Figura 10. Riesgo por deslizamientos sobre la red vial principal

Resultados de riesgo por deslizamiento			Valor expuesto (COP Mm)		\$138.923.291			
Clima	Pérdida anual esperada		PML 250 años		PML 500 años		PML 1000 años	
	(COP millones)	(%)	(COP millones)	(%)	(COP millones)	(%)	(COP millones)	(%)
Clima base	\$136.274	0.98	\$2.250.000	0.54	\$19.904.642	0.84	\$29.583.711	1.25
RCP 2.6	\$146.018	1.05	\$12.115.212	0.51	\$18.449.508	0.78	\$28.717.245	1.21
RCP 4.5	\$187.365	1.35	\$13.494.357	0.57	\$21.457.683	0.91	\$30.476.434	1.29
RCP 6	\$117.135	0.84	\$11.765.280	0.50	\$17.720.022	0.75	\$27.816.009	1.18
RCP 8.5	\$67.469	0.49	\$11.435.932	0.48	\$17.033.447	0.72	\$26.962.799	1.18
CC IDEAM	\$153.088	1.10	\$13.144.424	0.56	\$20.681.162	0.87	\$30.030.073	1.27

MAPAS DE PÉRDIDA ANUAL ESPERADA RELATIVA POR KILÓMETRO DE VÍA

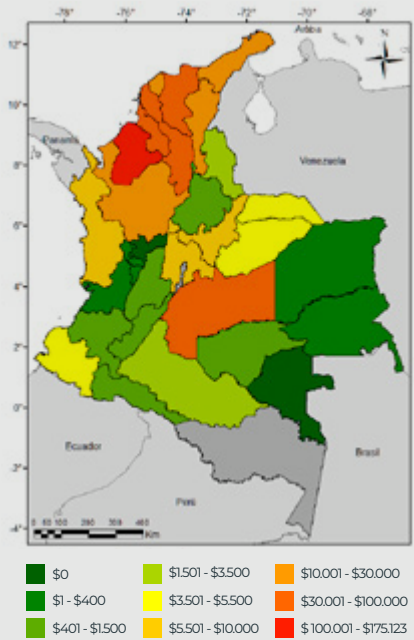




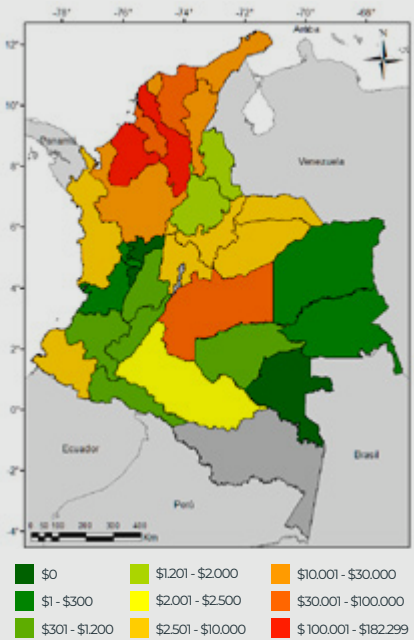
Mandato e importancia de tener una estrategia de largo plazo

MAPAS DE PÉRDIDA EN PRODUCCIÓN ANUAL ESPERADA POR DEPARTAMENTO

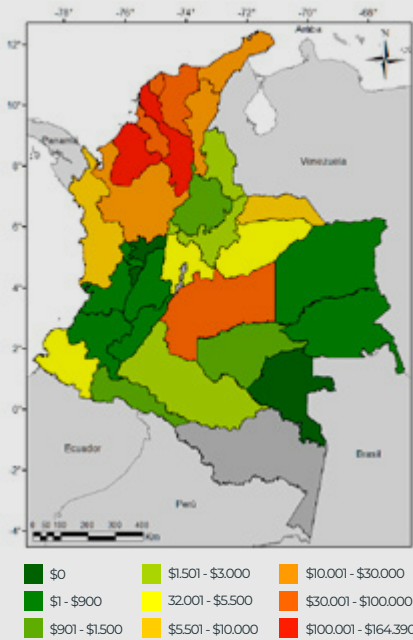
Portafolio completo -
Clima base / PAE prome-
dio [millones de pesos]



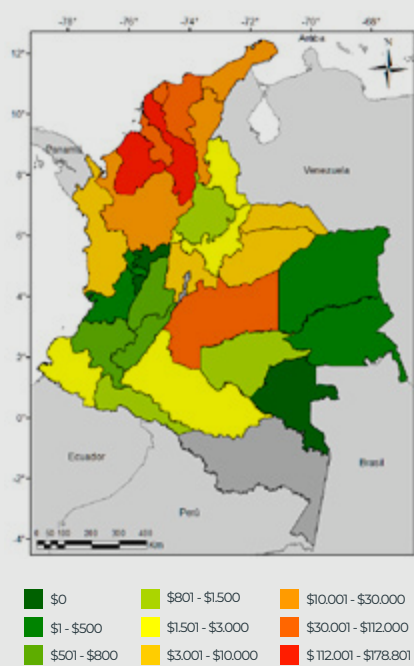
Portafolio completo -
RCP 2.6 / PAE promedio
[millones de pesos]



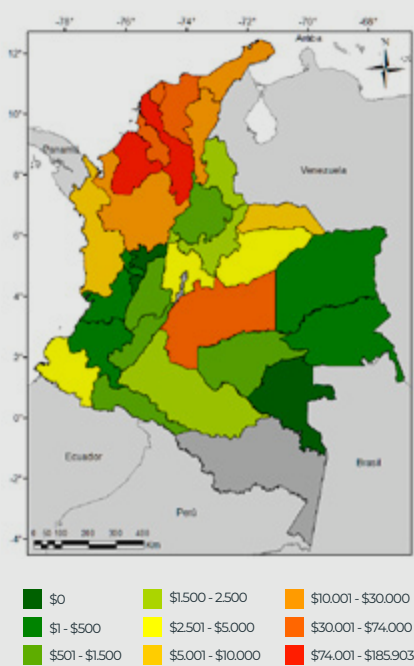
Portafolio completo -
RCP 4.5 / PAE promedio
[millones de pesos]



Portafolio completo - RCP6 / PAE
promedio [millones de pesos]



Portafolio completo -
RCP 8.5 / PAE promedio
[millones de pesos]



Portafolio completo - CC
IDEAM / PAE promedio
[millones de pesos]

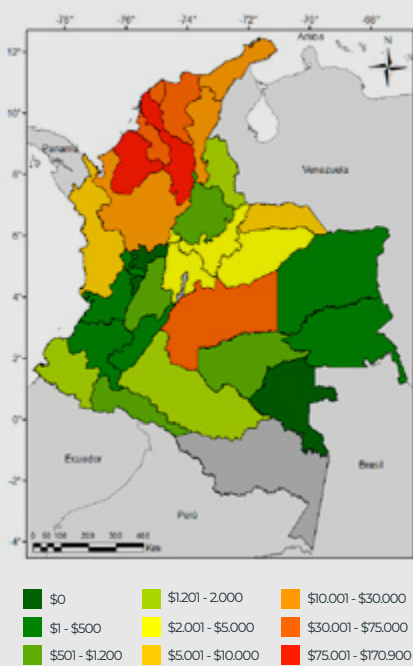


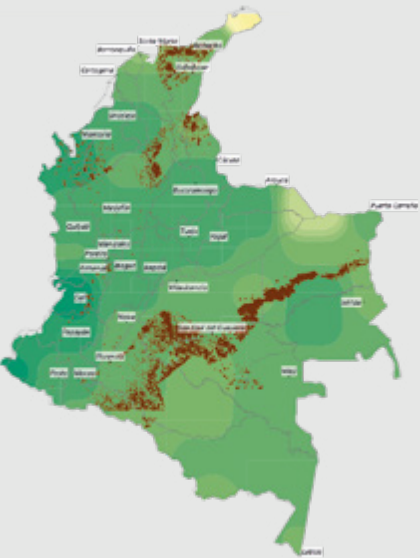
Figura 11.
Riesgo por sequía sobre los cultivos de maíz y arroz seco

Resultados de riesgo por sequía						
Clima	Área	Producción expuesta	PAE		PML 1000 años	
	(ha)		(COP millones)	(%)	(COP millones)	(%)
Clima base	1.206.712	\$3.540.214	\$22.177	0.6%	\$33.449	0.9%
RCP 2.6		\$3.552.946	\$22.864	0.6%	\$36.572	1.0%
RCP 4.5		\$3.630.690	\$19.619	0.5%	\$35.229	1.0%
RCP 6		\$3.566.200	\$22.572	0.6%	\$33.788	0.9%
RCP 8.5		\$3.546.535	\$22.889	0.6%	\$39.255	1.1%
CC IDEAM		\$3.552.205	\$21.949	0.6%	\$32.617	0.9%

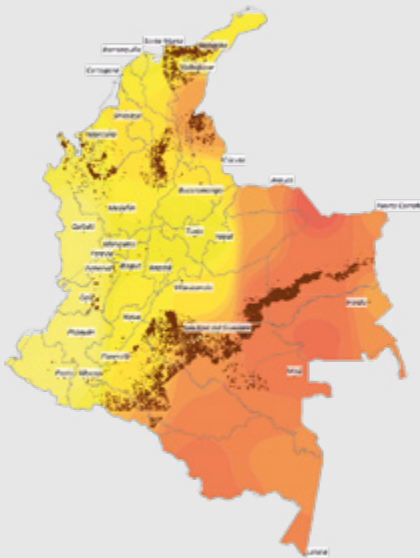


MAPAS DE CAMBIO PROYECTADO EN TEMPERATURA Y ÁREAS DE BOSQUE QUEMADAS

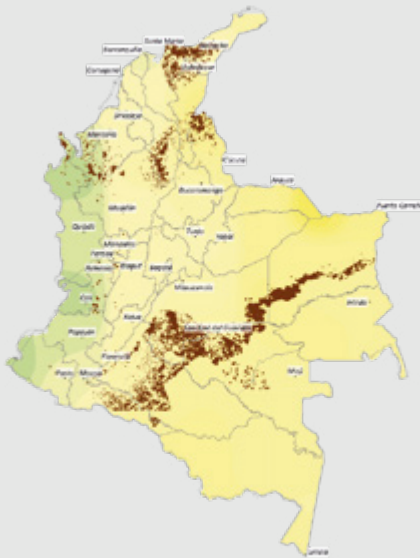
RCP 2.6



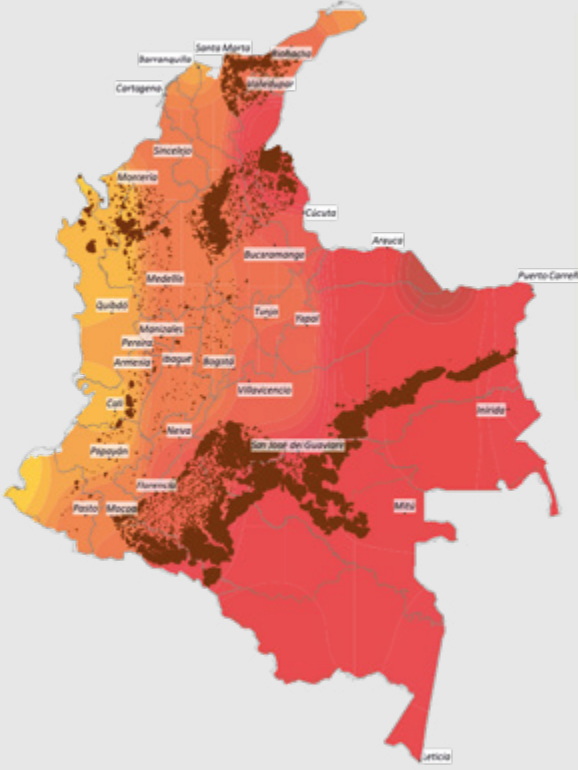
RCP 4.5



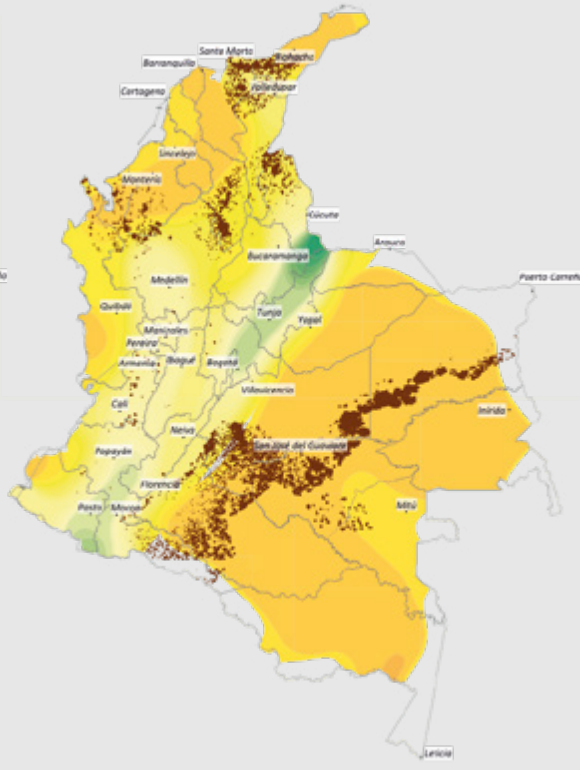
RCP 6.0



RCP 8.5



RCP IDEAM



Cambio en la temperatura (°C)

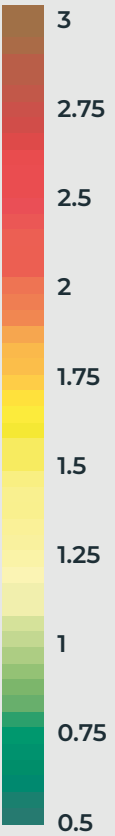


Figura 12. Riesgo por incendios forestales sobre servicios ecosistémicos

Resultados de riesgo por incendios forestales							
Clima	Valor expuesto	PAE		PML 50 años		PML 500 años	
	(COP millones)	(COP millones)	(%)	(COP millones)	(%)	(COP millones)	(%)
Clima base	\$3.065.960.374	\$2.764.957	0.90	\$4.169.253	0.14	\$4.837.861	0.16
RCP 2.6		\$3.057.112	1.00	\$4.382.191	0.14	\$5.016.534	0.16
RCP 4.5		\$3.428.349	1.12	\$5.962.147	0.19	\$7.292.605	0.21
RCP 6		\$3.174.211	1.12	\$5.422.232	0.18	\$6.485.870	0.21
RCP 8.5		\$3.953.161	1.29	\$5.422.232	0.25	\$8.965.065	0.29
CC IDEAM		\$3.147.874	1.03	\$5.022.446	0.16	\$6.203.504	0.20

3.5 Evaluación de posibles efectos económicos de la transición hacia la carbono neutralidad

En el marco de la evaluación de los posibles efectos macroeconómicos derivados de los escenarios de descarbonización considerados en la estrategia E2050, se evaluaron las trayectorias de dos variables relevantes para alcanzar la carbono neutralidad en 2050, la de emisiones de gases de efecto invernadero y la de consumo de energía en el país. Para esto se utilizaron los resultados del modelo Global Change Analysis Model (GCAM), el cual genera sendas de reducciones de emisiones hasta el 2050 y el consumo de energía realizada por los consumidores finales en el país. Este conjunto de datos se utilizó como restricciones en el Modelo de Equilibrio General Computable Colombiano para Cambio Climático (MEG4C) del Departamento Nacional de Planeación para determinar los efectos de dichas trayectorias sobre la economía colombiana (Rojas 2021).

Se elaboraron cuatro simulaciones: restricción sobre las emisiones totales de la economía (TOT),

restricción sobre las emisiones de proceso (PRO), restricción sobre las emisiones de energía de consumo intermedio⁶ (ENE) y restricción sobre el consumo intermedio de energía en el país (ENY). Los primeros tres escenarios de restricción de emisiones (TOT, PRO, ENE) proponen una reducción de emisiones sobre cada uno de sus tipos de emisiones respecto al año base 2014, mientras que el escenario (ENY) restringe el consumo intermedio de energía en el país. Concretamente el escenario TOT reduce en un 90 % las emisiones totales⁷ de Colombia en el 2050 respecto al escenario base, el escenario ENE reduce en un 83 % las emisiones causadas por el consumo de energéticos para el 2050 respecto al año base y el escenario PRO reduce el 100 % de las emisiones asociadas a procesos fisicoquímicos de la producción. Por su parte, el escenario ENY traza la demanda de energía intermedia, con el objetivo que al 2050 la economía sea plenamente eléctrica, el cual busca que para el 2050 la demanda de energía eléctrica crezca hasta un 700 % frente el año base (Rojas 2021).

En la construcción del MEG4C y para armonizarlo con los valores del GCAM, se supuso una tasa de crecimiento del PIB de largo plazo del 2 % anual, la cual no afecta los resultados en términos de dinámicas o tendencias causados por los choques.

6. Se entiende como consumo intermedio la demanda de insumos de los diferentes sectores.

7. Las emisiones totales equivalen a la suma de emisiones de energía, más emisiones de procesos, más emisiones de consumo final.



La figura 11 muestra el impacto estimado sobre el PIB de los cuatro escenarios. Se observa en la **figura 13** que los escenarios más favorables son PRO y ENE, el primero con tasa de crecimiento promedio anual en el largo plazo de 1.6 % y segundo con una tasa de crecimiento promedio anual de 1.96 %.

Los escenarios TOT y ENY se presentan como desfavorables en términos de su posible impacto sobre la economía, ambos con tasas de crecimiento negativas en el largo plazo (Rojas 2021).

La tasa de crecimiento del 2 % es un supuesto de construcción de estas simulaciones y difiere de la tasa del marco fiscal de mediano plazo (MFMP), ya que busca garantizar que las restricciones que vienen del GCAM y el crecimiento del valor absoluto de las emisiones o el valor de las demandas de energía del MEG4C crezcan proporcionalmente a la restricción impuesta y se mantengan en la misma escala de valores. Esto no implica que la tasa de crecimiento de la economía colombiana será necesariamente del 2 % en el largo plazo, sino que, frente al escenario de base, el escenario ENE reduce el crecimiento de la economía de 0.04 %, el escenario TOT de 0.52 %, el escenario PRO reduce el crecimiento de la economía en 0.65 % y ENY de 4.17 % (Rojas 2021).

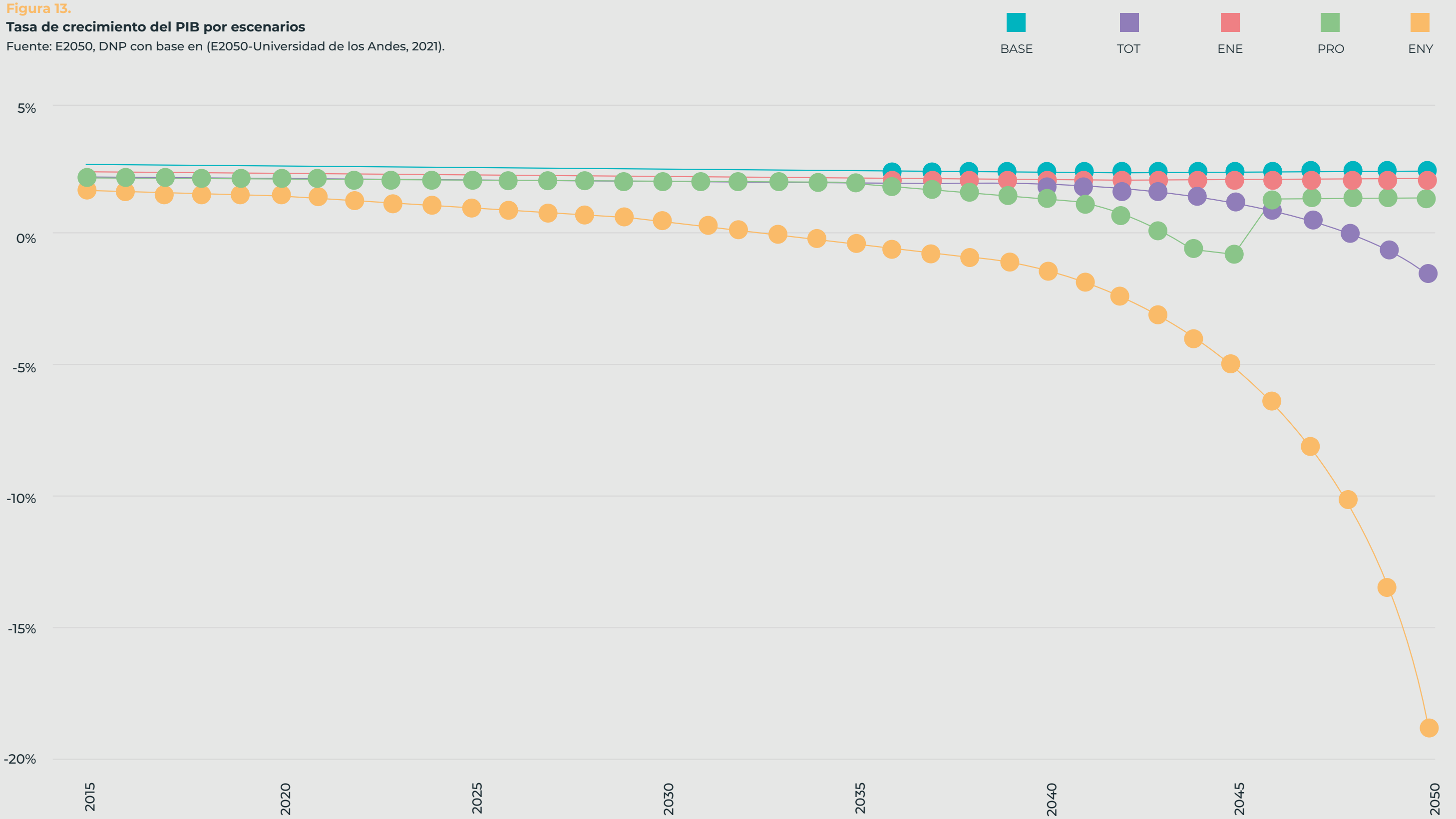
Así, tras incorporar los conjuntos de información provistos por GCAM en el MEG4C, se obtiene como resultado que el escenario que tiene la mejor razón costo (reducción del PIB)-beneficio (reducción de emisiones) es el escenario ENE, dado que logra una reducción efectiva de las emisiones totales de la economía con un mínimo efecto sobre el PIB, por lo que es este el que debería orientar la política pública en el largo plazo. Bajo este escenario se presenta la menor contracción del sector minas y energía, explicado porque las emisiones de la explotación de carbón, coque y petróleo son principalmente emisiones de procesos, razón por la cual la restricción sobre las emisiones en el uso de la energía no los afecta (Rojas 2021).

El escenario ENE es similar a las políticas públicas que buscan que los agentes interioricen los costos sociales de usar fuentes energéticas contaminantes, por ende, es similar a gravar con impuestos estas energías o a construir un mercado de bonos de carbono o cualquier política que su objetivo es que los agentes privados perciban vía costos de producción parte del costo social de la contaminación.

Figura 13.

Tasa de crecimiento del PIB por escenarios

Fuente: E2050, DNP con base en (E2050-Universidad de los Andes, 2021).



Nota: El MEG4C supone que la tasa de crecimiento de largo plazo de la economía es del 2%



El sector de minas y energía es un sector principalmente dedicado a la exportación, en este se incluyen el petróleo, el carbón y el coque, bienes que se exportan. Al no considerar posibles impactos de demanda externa como consecuencia de la transición energética de los socios comerciales de Colombia, las exportaciones de estos sectores se mantienen estables en el escenario ENE⁸. Esto respalda el buen desempeño de toda la economía en términos de crecimiento económico.

El sector servicios tiene un muy buen desempeño en todos los escenarios evaluados debido a su característica intrínseca de tener pocas emisiones por consumo de energía y bajas emisiones de procesos en términos relativos frente los demás sectores. Al imponer la restricción sobre las emisiones se generan una serie de efectos sobre los precios, asociados al incremento de los costos relativos de la producción en los sectores afectados, lo cual beneficia al sector servicios.

Asimismo, en el sector de la construcción, sucede algo similar que con el sector servicios en el escenario ENE, al ser un sector cuya principal causa de emisiones es por procesos y, en términos relativos a su nivel de producción, son menores que las del resto de sectores, el cambio de los precios relativos hace que este sector tenga un desempeño económico positivo en el escenario ENE. Una característica fundamental de los sectores ganadores en la evaluación realizada es que son intensivos en el trabajo.

Para los demás sectores el cambio es más variado según el escenario y está estrechamente relacionado con la dinámica de la producción y con el tipo de emisiones que determinan los costos sectoriales. La **figura 13** muestra la participación porcentual de los distintos sectores en la economía colombiana en el escenario ENE y de forma comparativa con los escenarios TOT y escenario de base.

En términos de empleo, los sectores de mayor participación en la demanda de empleo bajo el escenario ENE son aquellos sectores con mayor participación en la producción, es decir, servicios, construcción e industria (**ver figura 14**). Vale la pena resaltar que no se observa un cambio sustancial en la composición del mercado laboral frente al escenario de base 2020.

8. Esta configuración del modelo puede implicar una subestimación de la conveniencia de este escenario. Como consecuencia de la política pública habrá que preparar el sector energético para una transición teniendo en cuenta los posibles cambios en la demanda de los socios comerciales del país como consecuencia de sus propias políticas de descarbonización.

Figura 14.
Participación sectorial en la producción de la economía nacional
Fuente: DNP con base en (E2050-Universidad de los Andes, 2021).

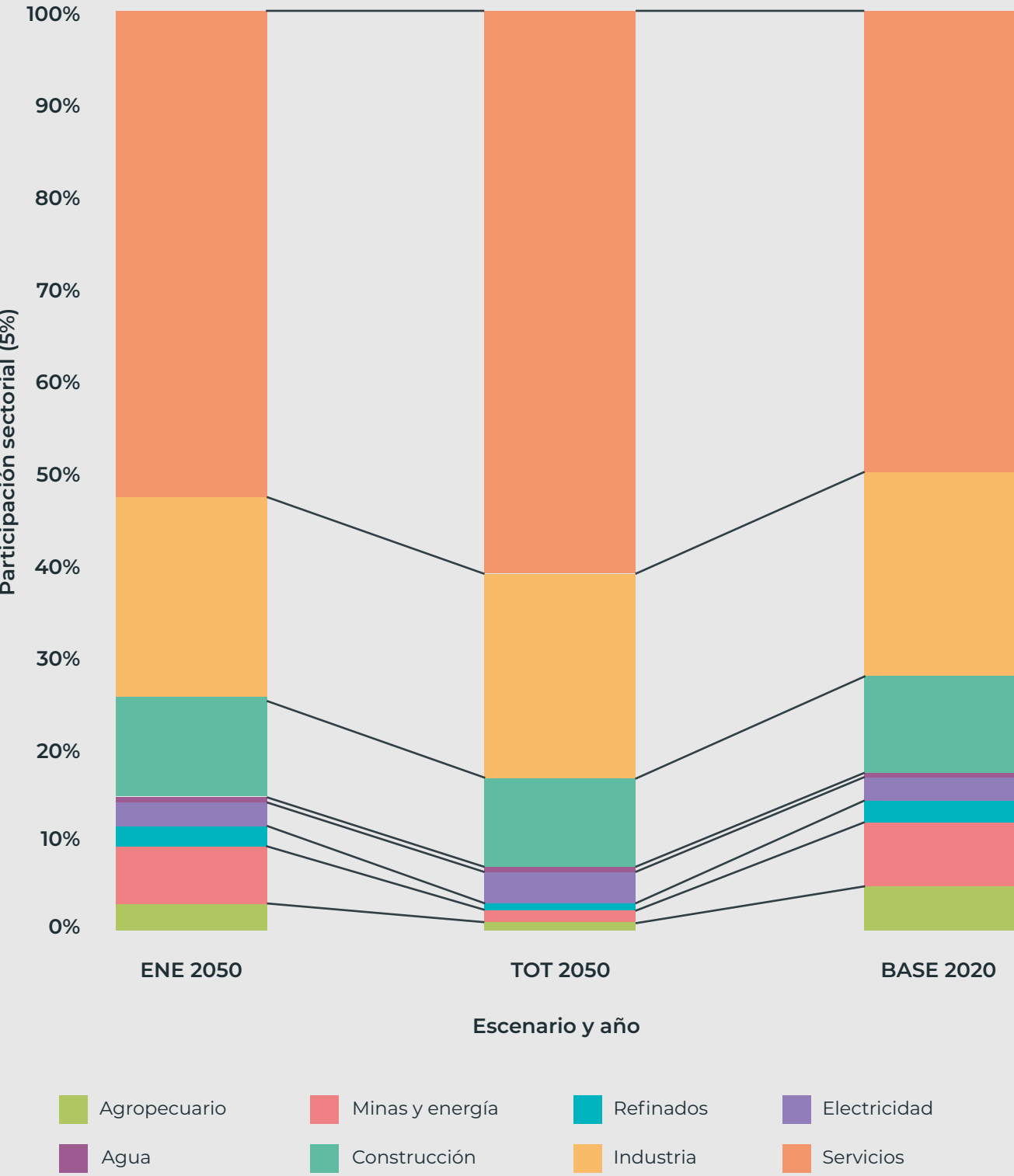
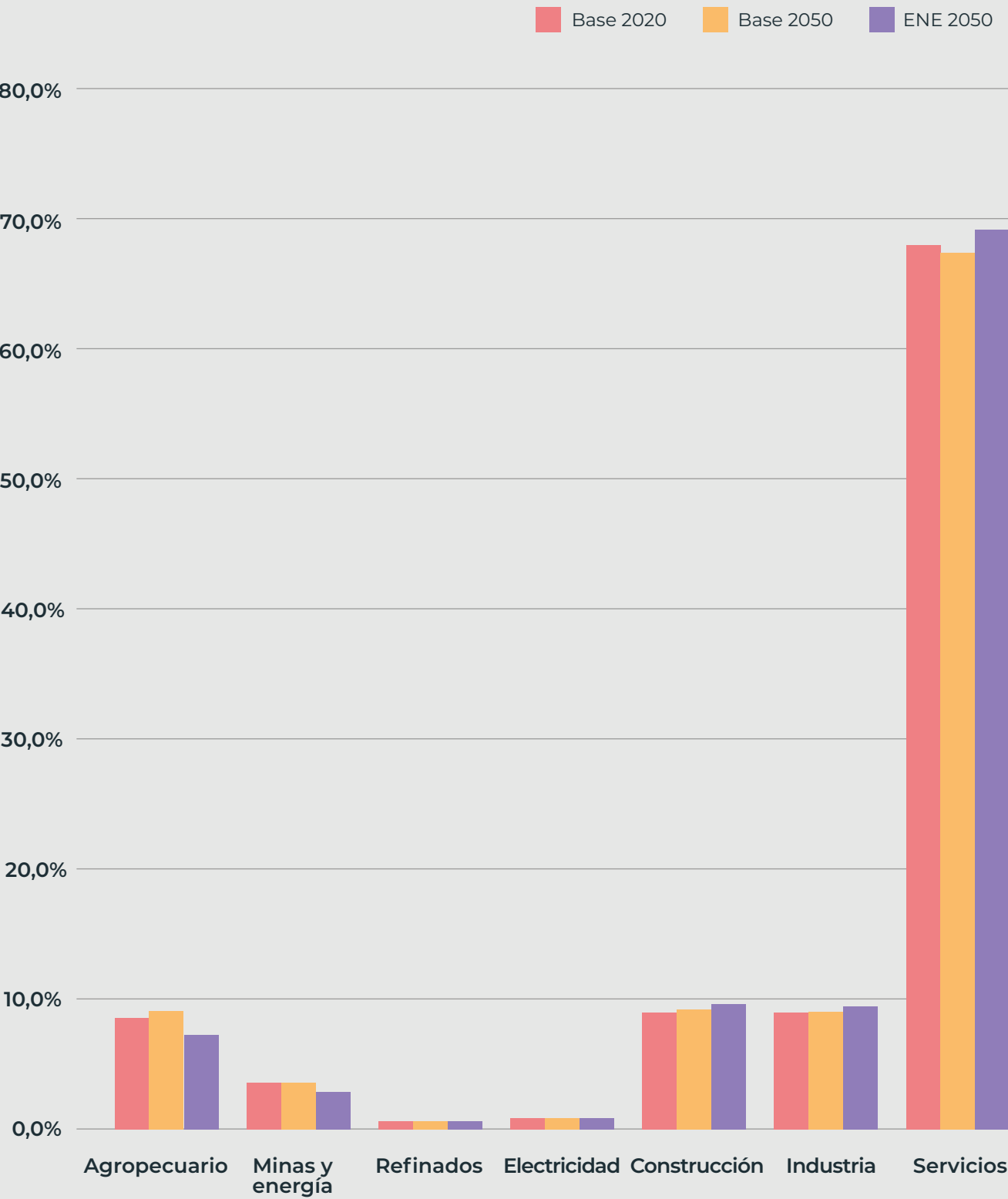


Figura 15. Participación sectorial en el empleo, escenario ENE Fuente: DNP con base en (E2050-Universidad de los Andes, 2021).



De estos resultados se pueden sacar cuatro grandes conclusiones. La primera es la capacidad intrínseca del sistema económico de reducir las emisiones con un impacto mínimo sobre la economía bajo el escenario ENE. Bajo este escenario, la tasa de crecimiento anual promedio de la economía es positiva y muy cercana a la del escenario de base (1.96 % frente a 2 %⁹). La restricción de emisiones por consumo intermedio de energía impuesta aquí se asemeja a políticas de reducción de emisiones de *carbon pricing* o internalización de externalidades, como impuestos al carbono, mercado de emisiones o cualquier otra política económica que endogeniza el costo de las emisiones en las funciones de producción y beneficios de las empresas, y no de comando y control (como bajo el escenario ENY presentado al inicio) (Rojas 2021).

La segunda es la necesidad de diversificar la matriz energética para la obtención de energía eléctrica. Si se busca la electrificación de la economía utilizando tecnologías convencionales (termoeléctrica e hidroeléctrica de gran tamaño), al mismo tiempo que se le obliga a reducir el consumo de fuentes fósiles, se transferirán emisiones de los sectores productivos al sector eléctrico para cumplir la restricción impuesta, afectando negativamente el crecimiento económico y la reducción de emisiones (lo que sucede en el escenario ENY). Para evitar esto se requiere diversificar la matriz energética de obtención de electricidad integrando energías renovables no convencionales para garantizar una oferta estable y bajos niveles de emisiones (Rojas 2021).

La tercera es que el país requiere aumentar su eficiencia energética. La eficiencia energética puede analizarse desde el punto de vista del consumo de energía o desde su generación. La eficiencia del uso de la energía está relacionada con el impulso de sectores que por su estructura de costos son de bajas emisiones o que gozan de la capacidad de sustituir fuentes de energía o implementar nuevas tecnologías que le faciliten estas sustituciones, entre ellos, se destaca el

sector servicios. La eficiencia energética, desde la perspectiva de la generación de energía, se entiende como la obtención de fuentes con mínimas pérdidas energéticas y bajo impacto ambiental, a un bajo costo o con precios competitivos, para transferir esta competitividad al resto de la economía vía encadenamientos. Adicionalmente, la política de transición climática y la eficiencia energética brinda una oportunidad de crecimiento, ya que al generar una optimización de recursos y precios competitivos de la energía que se transfieren al resto del sistema, tiene un impacto positivo sobre la tasa de crecimiento económico en el largo plazo (Girod et al 2017; Vesna y Željko, 2017).

Finalmente, se observa que los sectores por naturaleza bajos en emisiones, como servicios y construcción, presentan un gran potencial como impulsores de la economía y generadores de empleo. Teniendo esto en cuenta, éstos deberían ser fortalecidos, o aquellos que en el futuro tengan estas dos características. Adicionalmente, en el caso de los sectores intensivos en emisiones, estos desbeberían ser que potencializados con políticas ambiciosas de reconversión tecnológica para así desacoplarlos de las emisiones y que puedan seguir aportando al valor agregado del país (Rojas 2021).

9. Es decir la reducción frente al escenario de base es tan sólo de 0.04 %.

Bases para la construcción

de un futuro resiliente al clima en Colombia

4.1 Resiliencia socioecológica como fundamento para la acción climática

La planificación de largo plazo para construir resiliencia climática parte de entender los territorios de Colombia como sistemas heterogéneos, complejos, adaptativos y multiescalares compuestos por la interacción permanente entre las personas (sistema sociocultural¹⁰) y la naturaleza (biodiversidad¹¹ y sus servicios ecosistémicos¹²), en otras palabras, entenderlos como sistemas socioecológicos o socioecosistemas (Berkes y Folke, 1998; Ostrom, 2009; Virapongse et al., 2016; Costanza et al., 2017). Esta indivisible relación entre la naturaleza y la cultura humana, se entiende y explica en ejemplos concretos como la valoración y la gestión que hacemos socialmente del agua y los ecosistemas, a modo de elementos integradores y ejes estructuradores del territorio, pues en su calidad y cantidad se facilita o se limita el desarrollo.

La principal ventaja de seguir una aproximación socioecológica para la construcción de un futuro resiliente es que esta permite describir y orientar las acciones necesarias sobre los paisajes (territorios) de forma holística y sistémica (de Rosnay, 1975; von Bertalanffy, 1987), considerando las diferencias medioambientales y culturales de cada una de las regiones del país y de sus habitantes, abriendo el camino a la búsqueda de soluciones innovadoras y disruptivas que redunden en el mantenimiento y mejoramiento del bienestar humano. Esta visión supera el error de

10. El sistema sociocultural recoge todas las reglas, relaciones y procesos sociales, políticos, económicos, religiosos, míticos, simbólicos y tecnológicos que definen a los diferentes grupos humanos y que han sido estructurados a través de la historia, gracias a las oportunidades y restricciones que la naturaleza les otorga, constituyéndose así, en nuestra principal estrategia de supervivencia como especie biológica (González L. de G. y Cuéllar, 2013).

11. La biodiversidad se define como la variedad de la vida a lo largo de todos los niveles de organización, desde la diversidad génica en poblaciones, diversidad de especies, que deben ser encaradas como la unidad pivot de clasificación, hasta la diversidad de ecosistemas (Wilson y Peter, 1988).

12. Los servicios ecosistémicos se definen como las contribuciones directas e indirectas de la biodiversidad al bienestar humano. Pueden ser de tres tipos principales de aprovisionamiento, regulación/soporte y culturales (TEEB, 2010; SOU, 2013; Danley y Widmark, 2016). Actualmente, en el marco de la plataforma IPBES, se viene utilizando el concepto de contribuciones de la naturaleza a las personas (CNP) como un concepto similar al de servicios ecosistémicos y definidas como son todas las contribuciones, tanto positivas como negativas, de la naturaleza viva a la calidad de vida de las personas. Muchas CNP pueden percibirse como beneficios o perjuicios según el contexto cultural, temporal o espacial (IPBES, 2020).

intentar resolver problemas complejos (Stacey, 2000) como el cambio climático, con aproximaciones simples y compartimentadas que analizan y gestionan territorialmente los procesos naturales y culturales (comunitarios y sectoriales) de forma separada y desarticulada, incrementando el sofisma de que la conservación y la producción son irreconciliables, al tiempo que se incrementan las brechas sociales y la desigualdad de género¹³. La aplicación de una lógica socioecosistémica en la gestión, permite que todos los actores que tienen incidencia en un territorio realicen sus actividades de manera articulada y con la corresponsabilidad suficiente para avanzar en sus objetivos, al tiempo que aportan en la gestión de los ecosistemas.

Adicionalmente, la aproximación socioecológica permite comprender que todas las acciones comunitarias y sectoriales, sin excepción, tienen expresiones territoriales concretas (usos del suelo)

y que para su cabal desarrollo deben realizarse a través de una gestión proactiva, diferencial, informada, consciente, corresponsable y articulada, la cual parte de una visión general (global) de los problemas, los territorios y comunidades, y se materializan en una planificación regional integral que oriente todas las acciones locales (puntuales) (Forman, 1995). Por otro lado, y en igual nivel de importancia al desarrollo de acciones comunitarias o sectoriales, está la necesidad de conservar¹⁴ los ecosistemas nativos como fuente y garantía de oferta de servicios ecosistémicos, lo que sustenta la importancia de contemplar las soluciones basadas en la naturaleza (SbN)¹⁵ como la principal opción, complementada por las soluciones basadas en tecnología, para ayudar a hacer frente a desafíos como el cambio climático, la salud humana, la igualdad de género, la seguridad alimentaria e hídrica, los desastres naturales y la pérdida de biodiversidad (UICN, 2020).

La aproximación socioecológica busca entonces encontrar nuevos caminos de análisis y gestión para subsanar los errores y superar los problemas, algunos recurrentes, que se han generado por una aproximación desarticulada, descoordinada y no corresponsable entre actores territoriales, la cual, en ocasiones, olvida que la naturaleza es fuente y garantía de la sostenibilidad territorial, institucional y corporativa.

En el proceso de alcanzar dinámicas de estabilización de cualquier territorio, entendido como sistema socioecológico, la resiliencia es, junto con la transformabilidad y la adaptabilidad, un atributo fundamental que se debe desarrollar, fortalecer y mantener (Walker y Salt, 2006). La resiliencia se define como la capacidad que tiene un sistema de absorber los disturbios y poder reorganizarse (con los necesarios cambios), de manera que se mantengan sus atributos esenciales (función, estructura, identidad y retroalimentación), permitiéndole al sistema, continuar desarrollándose (Folke et al., 2011; Steffen et al., 2015; Rockström et al., 2009), aumentando su capacidad de aprendizaje y adaptación al



cambio (Carpenter et al., 2001). Adicionalmente, la construcción de rutas de resiliencia climática incluye no solo las acciones de adaptación, sino también las acciones de mitigación para reducir ostensiblemente las emisiones de GEI (en el caso colombiano, carbono neutralidad), la sinergia entre estos dos conjuntos de acciones genera beneficios mutuos, así como introduce cobeneficios con las políticas de desarrollo (Denton et al. 2014). Así, mantener, ganar y fortalecer la resiliencia socioecológica equivale a la sostenibilidad (Berkes et al., 2003).

Para construir, o mantener, la resiliencia, es necesario reconocer que los territorios tienen diferentes momentos de equilibrio a lo largo del tiempo, es decir, instantes donde las relaciones que se dan entre los sistemas cultural y ecológico configuran una determinada estructura y composición de coberturas y usos del suelo que significan propiedades funcionales particulares. Al cambiar las decisiones individuales o colectivas, o al presentarse eventos naturales estocásticos, el sistema cambiará en su composición y en su funcionamiento, constituyendo un nuevo

estado del sistema y por ende un nuevo equilibrio. Comprender los territorios (sistemas socioecológicos) como sistemas multiequilibrio permite realizar una gestión más flexible y adaptable a cualquier tipo de cambio. Así, el sistema puede encontrar varios estados o regímenes posibles luego de sufrir una perturbación, donde se reorganicen de manera continua los elementos físicos, biológicos y culturales, permitiendo la permanente adaptación de los sistemas socioecológicos (Holling, 2001; Gunderson et al., 2002; Calvente, 2007). Desde esta perspectiva, la resiliencia no es solo una característica o una propiedad, sino principalmente un proceso dinámico, evolutivo (Sánchez-Zamora et. al 2016).

La resiliencia climática que se busca construir a largo plazo no puede ser la de un solo sector o territorio, y no se refiere solamente a los aspectos ecológicos, por el contrario, se trata de la resiliencia del país y sus regiones y sectores, balanceando los aspectos relativos a la construcción de resiliencia integral en los ámbitos ecosistémico, físico, económico, social e institucional (figura 16).

13. Las desigualdades de género tienen implicaciones sociales, económicas, políticas y culturales para las personas que responden al cambio climático. Examinar el género es importante porque las mujeres, los hombres, las niñas y los niños, aunque no son grupos homogéneos, tienden a tener experiencias sistemáticamente diferentes en relación con el cambio climático, basadas en las desigualdades asociadas a los roles de género socialmente construidos (GGCA, 2016).

14. De acuerdo con la PNGIBSE (MinAmbiente, 2012), la conservación debe ser entendida y gestionada como una propiedad emergente, generada a partir del balance entre acciones de preservación, uso sostenible, generación de conocimiento y restauración de la biodiversidad.

15. Las soluciones basadas en la naturaleza (SbN) son acciones dirigidas a proteger, gestionar y restaurar de manera sostenible ecosistemas naturales o modificados, que hacen frente a retos de la sociedad de forma efectiva y adaptable, proporcionando simultáneamente bienestar humano y beneficios de la biodiversidad (Resolución de la UICN WCC-2016-Res-069) (UICN, 2020). Al ser las SbN una aplicación de los doce principios del enfoque ecosistémico (Andrade Pérez, 2007) a la solución práctica de algunos de los problemas relacionados con el cambio global ambiental, se entiende que el enfoque de las comunidades está plenamente incluido y representado.

Figura 16.
Aproximación holística a la resiliencia socioecológica de largo plazo (2050).
Fuente: E2050 adaptado de (ADB, 2019).



Para la construcción y fortalecimiento de trayectorias holísticas de resiliencia climática socioecológica se requiere una visión sistémica y acciones integrales que combinen las medidas para mitigar el cambio climático, con las medidas para adaptarse y gestionar adecuadamente el riesgo de desastres. Por esta razón, en el caso colombiano, la resiliencia climática socioecológica se construirá en la práctica, a través de, alcanzar y mantener la carbono neutralidad, así como también de la creación y el fortalecimiento de capacidad de adaptación (adaptabilidad) en todos los territorios y sectores, de manera que se orienten transformaciones positivas en las realidades a nivel nacional, regional y local.

La carbono neutralidad hace referencia a la necesaria y urgente reducción significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero (medidos en CO_{2eq}) la cual, en el largo plazo, debe llegar a ser totalmente balanceada con las absorciones de carbono que se puedan lograr manteniendo y aumentando los *stocks* de carbono (bosques naturales y plantados) o mediante soluciones tecnológicas (CCUS), de tal forma que el país logre mantener año a año, a partir del 2050, un balance neto cero entre sus emisiones y sus absorciones (Levin et al. 2015; Levin y Davis 2019). En este concepto se incluye la posibilidad de la compensación de las emisiones sectoriales, con acciones adelantadas por otros sectores o entre distintos territorios, creando espacios para mercados de carbono y otros instrumentos que incentiven la inversión.

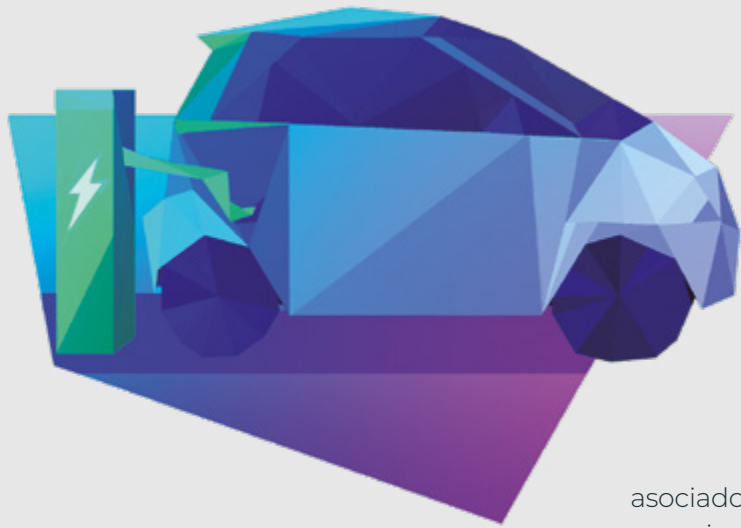
Asimismo, la capacidad de adaptación (adaptabilidad) se define como la aptitud que tienen los actores sociales de fortalecer sus instituciones, infraestructuras, territorios, entre otros, para facultar al sistema a aprender, mantener, ganar y trascender desde las respuestas reactivas correctivas, hacia situaciones donde, a pesar de que los eventos amenazantes se presenten, los territorios tengan la capacidad de resistir, restablecerse, renovarse, reorganizarse y reorientarse (Sánchez-Zamora, 2016). De este modo, al ser

entonces el riesgo una característica intrínseca de los sistemas complejos, como lo son los socioecosistemas, y ser este el resultado de la susceptibilidad, las debilidades y la falta de resiliencia (INGENIAR, 2021), la gestión integral de riesgos se convierte en el soporte orientador y metodológico de la adaptación al cambio climático.

Sin embargo, la adaptación no es solo territorial y para la construcción de resiliencia climática es necesario distinguir y gestionar dos tipos de riesgos que serán claves en este proceso de transformación a largo plazo. Primero, el riesgo por cambio climático (RCC), expresado en los posibles daños y afectaciones ocasionados por las variaciones progresivas y absolutas en las variables climáticas o por el aumento potencial en la intensidad, magnitud y frecuencia de eventos climáticos extremos. Respecto a la gestión de estos últimos, en el marco del RCC, la gestión integral de riesgo de desastres (GIRD)¹⁶, gracias a sus marcos temporales de reacción

16. La gestión integral del riesgo de desastres (GIRD) es un proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes para el conocimiento y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible (Ley 1523 de 2012) (Congreso de Colombia, 2012).

En este marco la GIRD, a través de los procesos de conocimiento, reducción y manejo del riesgo actual de desastre, sienta las bases permanentes para la adaptación al cambio climático, en la medida que estas acciones continúen funcionando y el sistema las aprenda para constituir una acción o medida de adaptación. Además, las respuestas desde la GIRD y la adaptación buscan abordar la relación entre la amenaza y un contexto amplio determinado por fenómenos socioeconómicos con orígenes políticos que determinan la susceptibilidad de las personas a ser afectadas por eventos y procesos climáticos, por tanto, los dos marcos, GIRD y adaptación, tienen en el centro de su accionar la reducción de la vulnerabilidad de las comunidades expuestas y su protección frente a riesgos actuales y futuros.



acción de más corto plazo (respuesta, atención, adecuación), juega un papel fundamental, siempre y cuando todas sus acciones estén siempre orientadas por visiones de largo plazo (adaptación, reorganización y reorientación). Segundo, está el riesgo de transición climática (CTR, por sus siglas en inglés) definido como la posible depreciación de activos que sufran las empresas al tiempo que enfrentan retos relacionados con el acceso y la gestión de los recursos (tiempo y dinero), las necesidades de personal con nuevas cualificaciones inicialmente difíciles de conseguir en el mercado laboral, deterioro en su reputación, dificultad para el acceso o la transformación tecnológica, pérdida de mercados, entre otros (CTR *laggards*), así como también, las oportunidades (CTR *leaders*) derivadas de la transición a una economía carbono neutral (DWS, 2020).

Se resalta entonces el hecho de que la adaptación *per se* no se alcanzará jamás, pues siempre existirán factores y eventos desestabilizadores (choques o disturbios), razón por la cual la relación interdependiente entre la gestión de riesgos y la adaptación al cambio climático no terminará nunca y su gestión conjunta se convierte en prioridad para avanzar hacia la construcción de capacidades sólidas en sectores y territorios que les permitan enfrentar y resistir a los choques

asociados con el cambio climático, reorganizarse y reorientarse para poder continuar desarrollándose sin perder su identidad. Los cambios que se requieren promover para construir y fortalecer la resiliencia climática, no son secuenciales y lineales, por el contrario, la transformación es a veces gradual, a veces abrupta (efectos umbral) y no lineal, de manera que debe ser abordada como una transición socio ecológica.

Las transiciones socioecológicas (TSE) son cambios disruptivos no lineales y a gran escala en los sistemas socioecológicos que surgen durante un período de décadas y que llevan el sistema de un equilibrio dinámico a otro (Loorbach, 2017; Andrade et al., 2018; Herrfahrdt-Pähle et al., 2020). Es muy importante que la gestión que se realiza para reorientar las transiciones hacia estados deseables y sostenibles se realice de manera informada y diferencial, para evitar caer en trampas socioecológicas¹⁷ que creen nuevas vulnerabilidades, aumentando las brechas socioeconómicas y la degradación territorial (SRC, 2012). La resignación social (a veces confundida con adaptación) a las condiciones de la trampa socioecológica profundiza la trampa y reduce las opciones viables de futuro (SRC, 2018). Tomar el enfoque de TSE significa que se busca orientar el cambio, que habrá fases o etapas donde determinadas actividades se deberán realizar y ciertos objetivos se deberán cumplir, de manera tal que al final del proceso se logre la transformación deseada.



En Colombia, la TSE hacia la resiliencia climática implica transformarse de forma radical, sistémica y acelerada, recomponiendo las rutas de desarrollo que han creado una sociedad carbonointensiva y con alta vulnerabilidad al cambio climático (IDEAM, et al., 2017), llevándolas hacia trayectorias sostenibles caracterizadas por una alta capacidad de adaptación de territorios y sectores carbono neutrales, al tiempo que se maximiza el bienestar de la población y se reducen las brechas de género y otras brechas sociales. Las transformaciones necesarias, no solo se limitan a cambios tecnológicos o modelos de uso y manejo, implican también cambios en múltiples elementos constitutivos de las sociedades tales como los conocimientos, creencias, competencias, comportamientos e instituciones (Moore et al., 2014).

17. Las trampas socioecológicas hacen referencia a situaciones donde existe una retroalimentación entre procesos ecológicos y sociales que lleva a que el sistema quede bloqueado en un estado indeseable que es muy difícil de revertir. Por ejemplo, i) situaciones donde existe un importante control social que previene la emergencia de alternativas innovadoras, ii) situaciones de pobreza persistente generados por la incapacidad a cambiar de fuente de sustento por disminución de ingresos provenientes de un determinado recurso y la no existencia de fuentes alternativas de ingreso, iii) oportunidades económicas que enmascaran severos deterioros medioambientales y iv) la incidencia de motores de pérdida de biodiversidad (sobrexplotación, transformación exagerada de hábitats, invasión biológica) activa efectos cascada y efectos retraso que solo son visibles a mediano o largo plazo, generando severos deterioros difíciles de revertir en la calidad de vida; entre otros (SRC, 2012).

4.2 Construcción participativa de la Estrategia climática de largo plazo E2050

A través de un proceso de amplia convocatoria nacional se trabajaron los temas que conforman esta Estrategia Climática de Largo Plazo. El camino de construcción inició con la pregunta ¿qué debe tener Colombia para que en 2050 pueda ser considerado un territorio resiliente al clima? Las ideas que surgieron de ese ejercicio fueron agrupadas en temas afines y se llegó a un conjunto de apuestas que se consideraron las claves que debían apuntalar la ruta de transformación. Posteriormente, cada uno de estos temas se fue trabajando con grupos interinstitucionales donde se dio participación activa a actores nacionales y subnacionales representantes de los sectores público, privado y de la sociedad civil, esta última incluyendo mujeres y hombres y grupos de jóvenes y de activistas del cambio climático en Colombia (figura 17).

En el caso de las comunidades étnicas (indígenas y afrocolombianos) se abrieron espacios no formales de conversación donde se presentó la estrategia y se abrió la posibilidad a recoger sus primeras impresiones, mientras se definieron un par de hojas de ruta para los procesos de participación posteriores que se deberán seguir en la implementación de la E2050. Estos espacios fueron complementados con un Comité de Expertos, órgano consultivo y asesor, conformado por trece profesionales (siete hombres y

seis mujeres) de amplia y reconocida trayectoria nacional o internacional en sus temas y materias. Esta selección se hizo sin importar su raza, sexo, credo o afiliación política o institucional.

Todos estos espacios permitieron definir y precisar el alcance y contenido de cada una de las apuestas y las opciones de transformación que componen esta estrategia. A lo largo de los diecinueve meses de formulación, dedicados a la construcción de la E2050, se desarrollaron más de setenta espacios de reunión entre talleres y reuniones bilaterales o con grupos expertos interinstitucionales. La situación de cuarentena derivada de la pandemia por COVID-19 obligó a que todos estos espacios de trabajo, diálogo y construcción se desarrollaran de manera virtual. Debido a la alta incertidumbre que incluye una planificación de largo plazo, la E2050 se estructura a través de apuestas y opciones de transformación, es decir, posibilidades altamente viables diseñadas a partir de la información con la que contamos hoy para apalancar las transformaciones que lleven de manera segura a Colombia a construir una sociedad resiliente al clima mediante acciones que funden una economía carbono neutral y unos sectores y territorios con amplias capacidades de adaptación a los retos que continuará trayendo el cambio climático.

Figura 17.
Diagrama general del proceso de participación para la construcción de la E2050 de Colombia
Fuente: E2050.



4.3 El camino colombiano hacia la carbono neutralidad

4.3.1 Contribución nacionalmente determinada (NDC, por su siglas en inglés)

Siguiendo los principios rectores de utilizar la mejor información disponible y procurar el no retroceso y la progresión de la ambición, Colombia establece su compromiso de mitigación, en términos de las emisiones absolutas máximas del país en el año 2030 (meta absoluta de emisiones para un solo año) (Tabla 1) (Minambiente 2021).

La NDC de Colombia es justa en la medida en que responde a la vulnerabilidad de nuestro territorio ante los impactos del cambio climático y pone sobre la mesa el aporte de Colombia como país en desarrollo de renta media. También es ambiciosa pues sobrepasa de forma significativa nuestra meta de reducción de emisiones de 2015, comprometiéndonos hoy a una reducción de emisiones de 176 M t CO_{2eq}. De esta forma, Colombia responde contundentemente al llamado de la ciencia, indicado en el Informe del IPCC de 1.5 °C (IPCC, 2019), e incluye todos los sectores de nuestra economía (Minambiente 2021).

Sin la electrificación de la economía, más allá de lo previsto en el PEN2050 (UPME 2021a) y en el Plan de Expansión de Generación (UPME 2021b), alcanzar la carbono neutralidad tendrá mayores dificultades.

4.3.2 Plan Energético Nacional 2050 (PEN)

Colombia ha formulado su visión energética de largo plazo en el Plan Energético Nacional 2050 (PEN) como parte de sus compromisos derivados de la COP21 y de la legislación que ha adoptado las líneas estratégicas de mitigación y adaptación al cambio climático. Dicha visión integra varios escenarios y marca la trayectoria de ambición en el sector energético para la mitigación de GEI y alcanzar la carbono neutralidad en 2050. Los escenarios parten del compromiso del Gobierno colombiano de acometer la transición a través de la transformación energética que abarque tanto a la oferta de energía primaria, como la demanda final en todos los sectores económicos.

Estos objetivos permiten que el sector energético inicie una senda de descarbonización que se refleja en cuatro escenarios de cambio en la matriz energética y de cambio en la eficiencia energética en todos los sectores de consumo, así como en la cadena de abastecimiento (Tabla 3).

Tabla 1.
Resumen de la NDC de Colombia

Compromiso	Como parte de su meta de mitigación Colombia se compromete a: • Emitir como máximo 169.44 millones de toneladas de CO_{2eq} en 2030 (equivalente a una reducción del 51 % de las emisiones respecto a la proyección de emisiones en 2030 en el escenario de referencia), iniciando un decrecimiento en las emisiones entre 2027 y 2030 tendiente hacia la carbononeutralidad a mediados de siglo. • Establecer presupuestos de carbono para el periodo 2020-2030 a más tardar en 2023. • Reducir las emisiones de carbono negro del 40 % respecto al nivel de 2014.
Tipo de meta	Meta de emisiones absolutas en un año.
Año de desviación del escenario de mitigación respecto al escenario de referencia	2015.
Periodo de implementación	2020–2030.
Alcance y cobertura	Sectores: la meta de mitigación comprende todos los sectores de la economía. Gases de efecto invernadero: tiene cobertura de los siguientes gases efecto invernadero CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFCs, PFCs, SF ₆ .
Potenciales de calentamiento global	Para la estimación de emisiones del escenario de referencia y de mitigación se utilizan valores de potenciales de calentamiento global del quinto Informe del IPCC, página 731 (GWP-AR5). (IPCC, WG1, 2013).
Enfoques cooperativos	Colombia tiene la intención de participar en los enfoques cooperativos bajo el artículo 6 del Acuerdo de París, conforme las decisiones que adopte la CMA sobre la materia y con el enfoque de integridad ambiental señalado por los Principios de San José.



Tabla 2.
Objetivos estratégicos del plan energético nacional (PEN), en el marco de la transición energética
Fuente: UPME, PEN 2050, enero 2021

Pilar 1. Seguridad y confiabilidad en el abastecimiento	Objetivo 1. Permitir el acceso universal a soluciones energéticas confiables, con estándares de calidad y asequibles.
	Objetivo 2. Diversificar la matriz energética.
Pilar 2. Mitigación y adaptación al cambio climático	Objetivo 3. Contar con un sistema energético resiliente.
	Objetivo 4. Propender por un sistema energético de bajas emisiones de GEI.
Pilar 3. Competitividad y desarrollo económico	Objetivo 5. Adoptar nuevas tecnologías para el uso eficiente de recursos energéticos.
	Objetivo 6. Promover un entorno de mercado competitivo y la transición hacia una economía circular.
Pilar 4. Conocimiento e innovación	Objetivo 7. Avanzar en la digitalización y uso de datos en el sector energético.
	Objetivo 8. Estimular la investigación e innovación y fortalecer las capacidades de capital humano.

Tabla 3.
Escenarios de cambio en la matriz energética y de cambio en la eficiencia energética en todos los sectores de consumo, así como en la cadena de abastecimiento contenidos en el plan energético nacional (PEN)
Fuente: UPME, PEN 2050, enero 2021 / BAT: Best Available Technologies

Escenario I. Actualización En sintonía con las tendencias actuales.	Escenario II. Modernización Gasificación como paso hacia la descarbonización.	Escenario III. Inflexión Comienzo de la electrificación de la economía.	Escenario IV. Disrupción Innovación para encaminar al sector hacia la carbononeutralidad.
Importación + YNC.	Importación gas natural.	Geotermia.	Hidrógeno verde.
Escenario de expansión de generación UPME.	FNCER + eólico <i>off shore</i> .	Pequeños reactores nucleares.	FNCER.
	Biocombustibles.	<i>Phase out</i> plantas ineficientes.	
Mejoras en combustibles líquidos.	Biogás.		
Eficiencia en el sector de hidrocarburos.	Eficiencia en plantas térmicas.		
Adopción BAT Colombia 2050.	Adopción BAT mundo en 2050.	Adopción BAT mundo en 2040.	Adopción BAT mundo en 2030.
Sustitución leña por GLP en el sector rural.	Gas en transporte masivo e industria.		Uso de hidrógeno en transporte.
	Mayores participaciones de energía eléctrica en el transporte.	Cambios de estufas por gas por inducción.	Renovación acelerada de la flota vehicular con tecnologías de 0 y bajas emisiones.
Metas de electrificación vehicular actuales.		Leña 0 en el sector rural en 2050.	
		Mayor electrificación en los sectores de transporte e industria.	
Cambio de luminarias en el sector residencial.			

La evaluación de estos escenarios indica una trayectoria hacia la reducción de emisiones en todos los sectores de consumo, especialmente en el transporte. Estas emisiones se resumen a continuación:

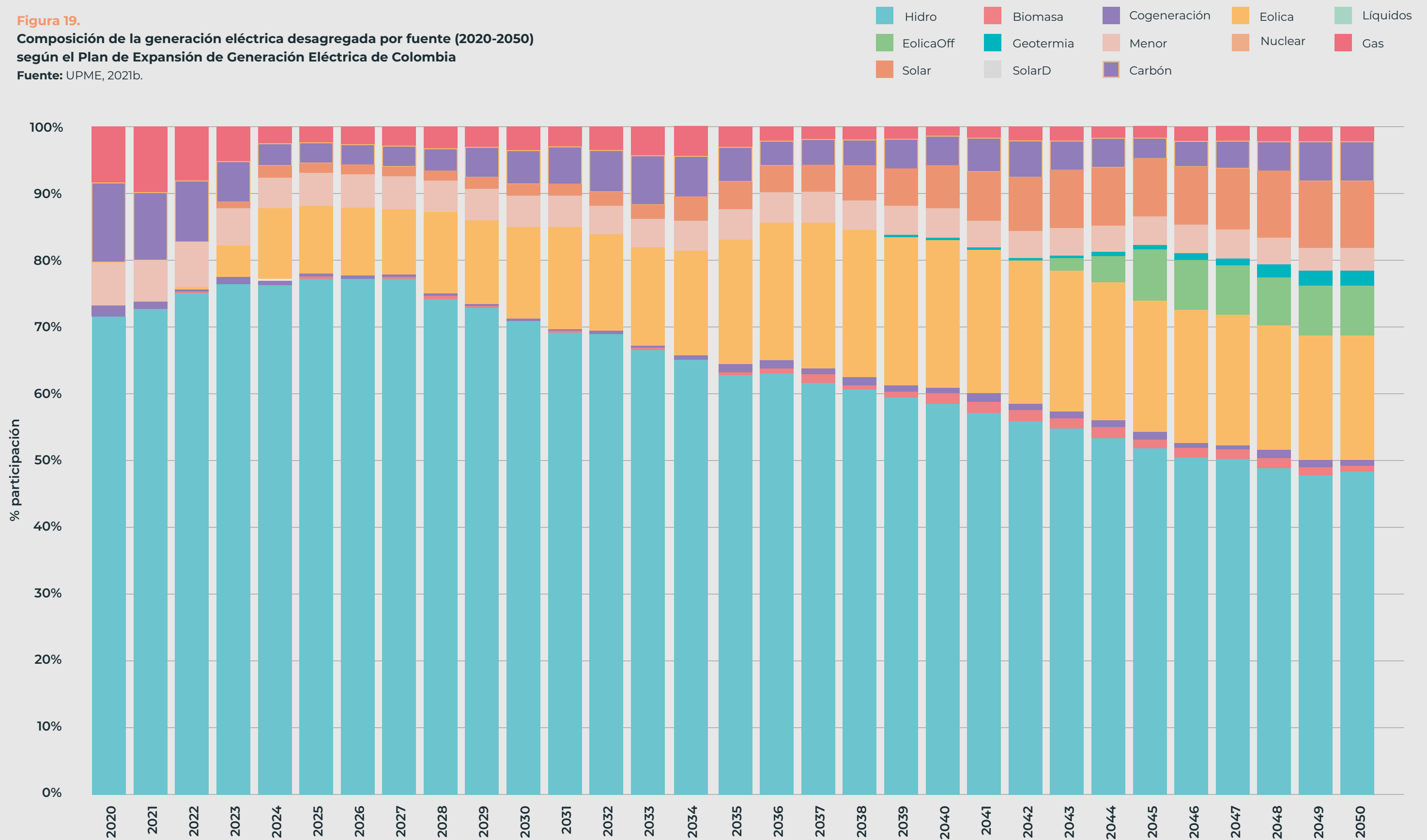
Figura 18.
Escenario a 2050 proyectados por el Plan Energético Nacional
Fuente: UPME 2021a



A la formulación del PEN 2050, se une la reciente publicación del borrador del Plan de Expansión de Generación y Transmisión 2021-2034, en el cual se presenta la visión a 2050 de la composición esperada de la matriz de generación eléctrica y la cual

se ilustra a continuación para el escenario MLP2 (modelo de largo plazo) (figura 19). La composición esperada de la generación eléctrica en 2050 muestra que los recursos térmicos aportarán alrededor del 5 % de la demanda eléctrica total.

Figura 19.
Composición de la generación eléctrica desagregada por fuente (2020-2050)
según el Plan de Expansión de Generación Eléctrica de Colombia
Fuente: UPME, 2021b.





Adicionalmente, otros sectores y territorios adelantan también acciones para avanzar hacia la carbono neutralidad en el país, recogidas estas principalmente en los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales (PIGCCS) y en los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales (PIGCCT) (artículos 7, 8 y 9, Ley 1931 de 2018).

En cabeza de los ministerios, las metas y medidas se derivan en gran parte de los PIGCCS, instrumentos específicos para cada sector que reflejan tanto su diagnóstico como sus líneas de acción,

medidas y metas, e incluyen metas específicas de reducción de emisiones de GEI para cada sector, aprobados por la Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC) (Minambiente 2021). A junio de 2021 se encuentran publicados y aprobados los PIGCC del Ministerio de Minas y Energía y del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Se encuentra formulado el PIGCC del sector agricultura y en proceso de finalización en su formulación los planes de los sectores de transporte; de industria, comercio y turismo; de ambiente y hacienda en los cuales se resalta la integración transversal del enfoque de género. Asimismo, se

está iniciando la formulación de los planes de los sectores de salud y educación.

A nivel territorial, los principales instrumentos de referencia son los PIGCCT y otros planes de gestión subnacional relacionados con el cambio climático, en los cuales los territorios formulan medidas de mitigación, adaptación y medios de implementación ajustadas a sus necesidades y capacidades. Los territorios han mostrado avances importantes en la planificación e implementación de medidas, pero aún existen importantes vacíos y retos en la formulación, cuantificación y seguimiento de medidas a nivel subnacional (Minambiente 2021). A la fecha, Colombia tiene ya veinticinco PIGCCT, de los cuales veintitrés responden a un carácter integral (mitigación y adaptación) y dos departamentos Córdoba y San Andrés abordan únicamente al componente de adaptación. De esta misma forma, seis departamentos se encuentran con buen grado de avance en el proceso de formular su PIGCCT: Amazonas, Vaupés, Guaviare y Caquetá; Sucre, en la región Caribe, está reorganizando el proceso, recursos, equipos de trabajo y hoja de ruta para continuar y Boyacá que ya tiene en marcha el proceso. Solo resta el departamento de Bolívar en concretar el inicio de su respectivo proceso de formulación de PIGCCT.

4.3.3 Escenarios de descarbonización profunda a 2050

La estrategia, mediante un análisis sistemático, ha explorado un conjunto de escenarios futuros en los que el país lograría la carbono neutralidad hacia 2050. Los escenarios fueron diseñados para incorporar las principales incertidumbres que podrían modificar la efectividad de la mitigación en el horizonte de tiempo considerado. Tomando en cuenta que el esfuerzo hacia la carbono neutralidad es extensivo a todos los sectores, es de esperar que las dinámicas en un sector determinado modifiquen los requerimientos de mitigación o las acciones a ser tomadas en otro sector. La exploración de escenarios se llevó a cabo utilizando el modelo Global Change Analysis Model (GCAM) (Universidad de los

Andes et al., 2021). Este modelo representa la interacción de cinco sistemas: socioeconomía, agua, clima, energía y tierra. El modelo es una representación de todo el planeta en donde Colombia aparece como una región independiente que interactúa con el resto del mundo. Las demandas de servicios, energía, agua y alimentos son calculadas endógenamente a partir de la información socioeconómica. La satisfacción de estas demandas se logra mediante la combinación de factores productivos locales o el comercio internacional. Como las dinámicas de deforestación existentes en Colombia no obedecen exclusivamente a la lógica económica (sino que están asociadas a otros factores como la ilegalidad) las emisiones por cambios en el uso del suelo se modelaron exógenamente. El enfoque utilizado para realizar la estimación de las sendas de deforestación consistió básicamente en suponer que el sector de cambios en el uso del suelo genera las emisiones o las absorciones requeridas para que junto a las emisiones de los demás sectores se logre una trayectoria que lleve a la carbono neutralidad a mediados de siglo (Universidad de los Andes et al., 2021; BID 2021).

Estos escenarios se construyeron a partir de la combinación de posibles evoluciones futuras en variables clave que pueden impactar la efectividad de la mitigación. Las incertidumbres exploradas pueden dividirse en dos grupos: por un lado, las incertidumbres en las variables de escenario y por otro las variaciones los niveles de implementación de acciones clave de mitigación. En cuanto a las variables de escenario se exploraron las siguientes alternativas:

- **Crecimiento del PIB: un escenario alto con crecimiento promedio anual del 4 % y un escenario moderado con crecimiento del 3.2 % anual promedio entre 2015 y 2050.**
- **Población: un escenario alto con crecimiento promedio anual del 0.97 % y un escenario conservador con un crecimiento del 0.42 %.**
- **Dos sendas de variación del costo de las tecnologías de movilidad eléctrica, de en-**

ergías renovables y de costos de tecnologías de captura y almacenamiento de carbono.

- Dos sendas de impactos climáticos que se manifiestan en dos escenarios de disponibilidad de agua.
- Dos escenarios de penetración de energías renovables no convencionales para la generación eléctrica (alto y bajo).
- Energía nuclear, disponible parcialmente a partir de 2040 o indisponible durante todo el horizonte de tiempo.
- Dos sendas de mejora en eficiencia energética en edificaciones e industria.
- Dos niveles de electrificación de la movilidad.
- -Dos niveles de aumento en la participación del transporte público en la actividad de movilidad de pasajeros.
- Dos niveles de variación en el consumo de carne dentro de la dieta de los colombianos (senda actual y disminución con respecto a la senda actual).

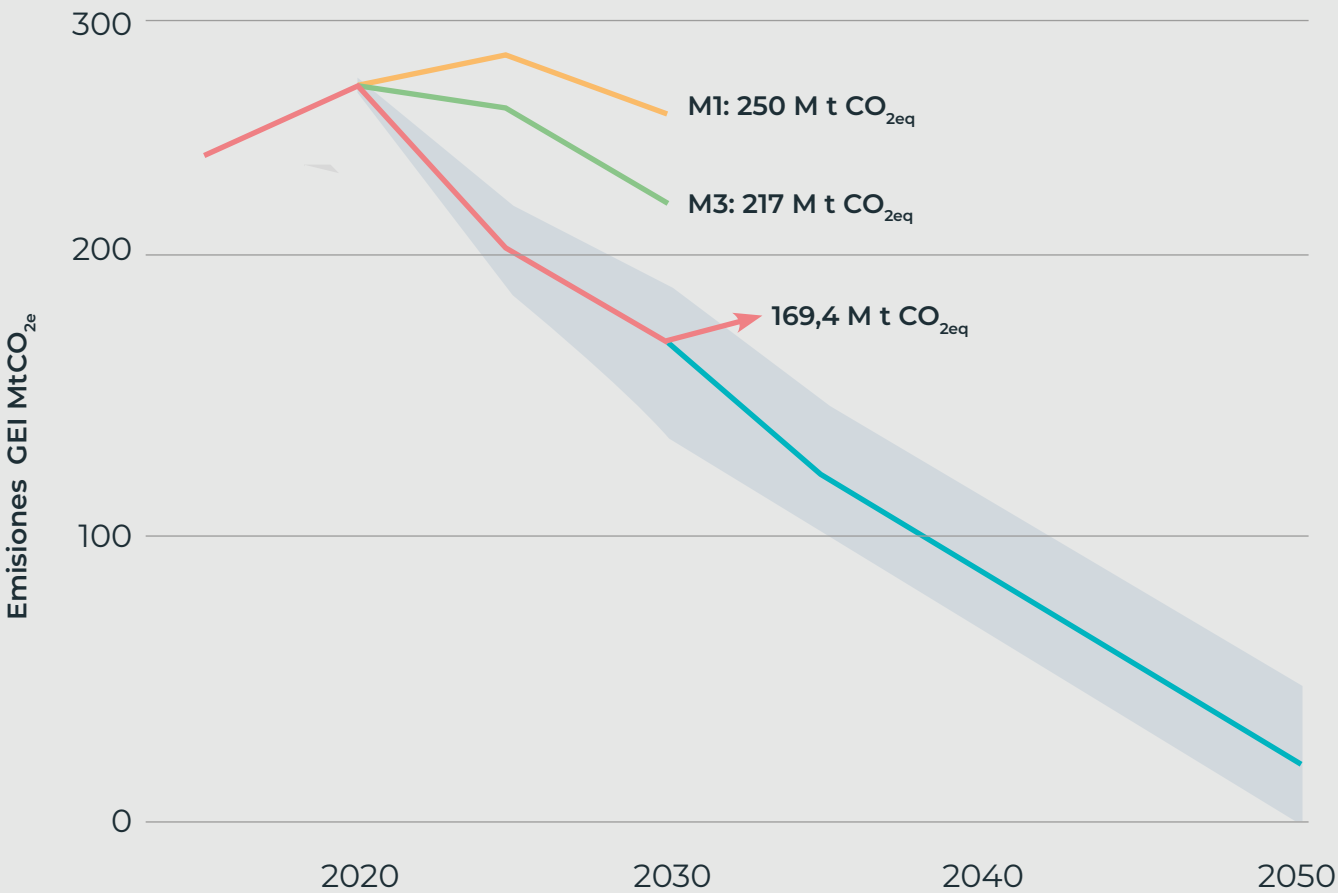
La combinación de las incertidumbres y de los niveles de implementación del conjunto seleccionado de acciones de mitigación (que fueron seleccionados en talleres participativos con expertos sectoriales) produce un total de 512 escenarios que han sido analizados (Universidad de los Andes et al., 2021; BID 2021).

Como se explicó anteriormente, las emisiones del sector AFOLU, que incluyen las asociadas a la producción agrícola, pecuaria y a los cambios en el uso del suelo, se estimaron de manera exógena. Las emisiones por actividades agropecuarias se estiman utilizando el modelo GCAM con las especificaciones de cada escenario. Para las emisiones asociadas a deforestación, se consideraran tres niveles a partir de 2030 (para cada uno de los escenarios). El primer nivel, central, es el máximo nivel de emisiones por deforestación que permitiría que el global de emisiones estuviera en los valores de la trayectoria de carbono neutralidad. El segundo nivel, bajo, considera que en la actualización de la NDC colombiana se presenta como meta estabilizar en 2030 el nivel de deforestación en 50.000 hectáreas. Finalmente, el tercer nivel, alto, considera que en la actualización de la NDC colombiana el país manifiesta su intención de alcanzar «cero deforestación neta en 2030».

Respecto a las trayectorias de emisión de los escenarios modelados, el área gris corresponde a un espacio de emisiones que permitirían llevar a Colombia a la carbono neutralidad, siendo que para múltiples escenarios se hace necesario lograr compensaciones adicionales a las ya consideradas en 2050 (figura 20). En particular, los escenarios llevan a una descarbonización del 90 % con respecto a los niveles de 2015 y a una reducción sustancial en los GEI diferentes al CO₂. Estas emisiones residuales deben ser compensadas por capturas adicionales. Es importante resaltar que el espacio de emisiones presentado incluye escenarios en donde se cuenta con captura y almacenamiento de carbono, con captura por reforestación y aforestación y uso de carbono para la producción de combustibles cero emisiones o para la producción de materiales. En la figura 20, el escenario central de emisiones (rojo) sigue las emisiones de la línea base de la actualización de la NDC para 2015 y 2020 y el nivel definido como meta en 2030 (169 M t CO_{2eq}) (Universidad de los Andes et al., 2021).

Figura 20. Trayectorias de emisión bajo incertidumbre, la exploración incluye requerimientos de niveles de emisión en los cambios en el uso del suelo, el nivel de emisiones de la NDC colombiana a 2030 (M1, M3 y línea roja) se ubica dentro del espacio de escenarios hacia la carbono neutralidad presentados en la estrategia (línea azul)

Fuente: E2050: Universidad de los Andes et al. 2021; BID 2021.



Para alcanzar la carbono neutralidad, especialmente en dos grandes sectores, energía y movilidad, se requiere iniciar una senda de descarbonización que permita modificar aquellos marcos regulatorios, de incentivos y de planificación, para que cada agente en la economía reciba señales oportunas de inversión y cambios de comportamiento en el uso especialmente de aquellos energéticos como los combustibles fósiles, que reducirán su participación en la matriz energética nacional.

La economía colombiana tiene varios retos de transformación para alcanzar la carbono neutralidad en 2050. Entre ellos se destaca el de pasar de una economía con bajos niveles de electrificación, a una economía electrificada, con una participación mucho menor de fuentes fósiles para la generación eléctrica, respecto a 2015. En el camino hacia la carbono neutralidad, hay que avanzar hacia alcanzar un mayor porcentaje en el uso de electricidad que actualmente (2020) es del 18 % de los usos finales, a utilizar entre el 40 % y 70 % en 2050.

Para estudiar los escenarios de descarbonización mediante GCAM, se diseñaron un conjunto de escenarios de mitigación imponiendo límite a las emisiones totales de gases de efecto invernadero. Como resultado, se observó una reducción más que proporcional en las emisiones de CO₂ con muy poca variación en las emisiones de CH₄ y de N₂O (Universidad de los Andes et al., 2021; BID 2021).

Aunque el sector agrícola y forestal es actualmente la mayor fuente de emisiones del país, se requieren esfuerzos de mitigación en todos los sectores. Cualquier estrategia de carbono neutralidad exige que se controle la deforestación y adoptar de manera temprana acciones conducentes a detener el crecimiento de las emisiones de CO₂ del sector energético. Detener este crecimiento al tiempo que se garantiza el suministro de los bienes y productos a una población creciente, sin sacrificar el desarrollo económico exige que la energía sea generada por fuentes no emisoras, que las personas usuarias finales cambien tanto como sea posible a energéticos basados en esas fuentes (por ejemplo, electricidad renovable, hidrógeno, biocombustibles de segunda y tercera generación, entre otros) y que el uso de energía se disminuya tanto como sea posible mediante aumentos en la eficiencia y, aunque aún no se ha evaluado, cambios en los patrones de consumo (Universidad de los Andes et al., 2021; BID 2021).

A lo largo de esta sección se ha mencionado que las emisiones generadas en un sector particular tienen repercusiones en los requerimientos sobre los demás sectores para lograr en conjunto la alineación hacia la carbono neutralidad.

Las tecnologías actuales permiten una disminución acelerada en las emisiones generadas en la producción de electricidad, gracias al desarrollo de fuentes no convencionales, el almacenamiento de energía y, en el futuro próximo, se espera que existan nuevas alternativas de generación limpia. Además, es importante tener en cuenta que es necesario

mejorar la eficiencia energética desde la actualidad y evaluar la oportunidad que representan los sistemas de captura, uso y almacenamiento de carbono (CCUS, por sus siglas en inglés) y otras estrategias de compensación.

El interés en esta tecnología ha crecido significativamente a nivel mundial en los últimos años, con más de 30 facilidades (plantas tratamientos) comerciales anunciadas y proyectos con una inversión superior al 50 % comparado con lo planeado en 2017, doblando el nivel de captura de CO₂ globalmente desde 40 millones de toneladas (IEA). Asimismo, CCUS ha sido principalmente utilizado en áreas como el procesamiento de gas natural o la producción de fertilizantes, donde el CO₂ se puede capturar a un costo relativamente bajo.

Sin embargo, se requieren esfuerzos urgentes para acelerar la innovación y marcos políticos habilitantes (regulatorios y financieros) que permitan impulsar el desarrollo de estas y otras nuevas tecnologías, no solamente para la diversificación de la matriz energética, sino también las que aportarían en el objetivo de la carbono neutralidad y transformación de sectores donde las emisiones son difíciles de abatir. En especial, las tecnologías de captura, almacenamiento y uso de dióxido de carbono (CCUS) requieren un rol de mayor importancia en la transición energética colombiana, debido a que no generan competencia por terreno u otros desafíos secundarios y son el único grupo de tecnologías que contribuyen de manera dual, reduciendo emisiones en los principales sectores de la economía de una manera directa y removiendo CO₂ al balance de emisiones que no se pueden evadir, siendo este un parámetro crítico para alcanzar el «cero neto» al 2050 (Universidad de los Andes et al., 2021; BID 2021).

El requerimiento de una matriz eléctrica carbono neutral se hace para permitir que las personas usuarias disminuyan sus emisiones al consolidar una matriz predominantemente

eléctrica, complementada por otras fuentes que atiendan la demanda en su totalidad. Adicionalmente, los resultados del estudio permiten identificar tres aspectos a tener en cuenta en los escenarios de descarbonización de la economía dentro del sector energético, estos permiten apuntar hacia tres temas importantes en el contexto colombiano:

- **El papel de los recursos renovables.**
- **El papel de los biocombustibles de segunda y tercera generación, dado el énfasis en el sector agrícola y el potencial para utilizar la bioenergía tanto a nivel nacional como internacional —también debe considerarse el papel del hidrógeno y los combustibles líquidos sintéticos producidos a partir de hidrógeno verde—.**
- **La forma en que los recursos fósiles aún podrían desplegarse en la combinación energética colombiana, contemplando una reducción en su consumo al año 2050.**

Es muy importante observar que los cambios a 2030, si bien importantes y a pesar de representar un cambio en las tendencias históricas, permiten que los resultados de ese año puedan aún resistir la comparación con el año base. En otras palabras, el 2030 requiere cambios importantes para quebrar la tendencia creciente de las emisiones, pero sobre todo requiere que para ese año los cambios normativos, educativos y las inversiones ya contemplen la magnitud de los cambios requeridos a 2050. Estos últimos sí pueden clasificarse como cambios estructurales. La NDC colombiana a 2030 cumple con el objetivo de buscar: i) quebrar la tendencia creciente de las emisiones, ii) dar señales claras del compromiso climático de largo plazo del país y iii) ser un hito de obligatorio cumplimiento en el camino hacia la carbono neutralidad propuesta en este documento.

Para lograr la descarbonización la proporción de energías renovables debe duplicarse para el año 2050, principalmente a través de aumentos sustanciales en la utilización de bioenergía y energía solar. La energía hidroeléctrica mantiene



su importancia, pero con una tasa de crecimiento más lenta a lo largo del tiempo por la saturación del recurso. La implementación de la energía solar y eólica, el uso masivo de biocombustibles de segunda y tercera generación, de hidrógeno para aprovechamiento directo o la producción de líquidos sintéticos, requiere de inversiones y estrategias para gestionar una red eléctrica dependiente de esos recursos intermitentes.

Por otro lado, los combustibles fósiles son una pieza fundamental del rompecabezas, no solo por su papel en el sistema energético doméstico, sino también por su importancia económica actual y proyectada. En este caso, el futuro de la industria de los combustibles fósiles puede depender, en gran medida, de las demandas y precios del mercado internacional y de la disponibilidad y costo de las tecnologías CCS que se encuentran actualmente en desarrollo. Se estimó que el transporte por carretera crecerá 2.2 veces entre 2015 y 2050, mientras que los servicios de transporte descarbonizado deberán proporcionarse para los sistemas de transporte público que crecen para atender más del 70 % de la demanda total de movilidad por carretera para 2050. Además, para 2050 el 64 % de los sistemas de transporte público necesitarán ser alimentados por electricidad, mientras que el resto de la energía será una mezcla de gas natural, líquidos fósiles y biocombustibles (Universidad de los Andes et al., 2021).

La E2050 ha estimado que el camino hacia la carbono neutralidad se configura en la siguiente composición de la matriz energética entre 2020 y 2050 (figura 21).

En esencia, la diferencia entre los enfoques de largo plazo radica en el ritmo de electrificación de la economía colombiana.

Expandir la atención de la demanda final de energía con un suministro energético limpio y con muchas fuentes de producción como la electricidad, parece una tarea imposible para una economía como la colombiana. Si se atendieran las nuevas demandas



energéticas del país, con combustibles fósiles, se requeriría un esfuerzo tres veces mayor en términos de energía final y unas pérdidas por ineficiencia que no se podrán reducir por las restricciones de las tecnologías de combustión.

La E2050 no plantea la desaparición de los combustibles fósiles ni del gas natural en la matriz energética colombiana, pues tienen oportunidades tecnológicas para adaptarse a la carbono neutralidad. Colombia hizo la transición de la gasolina al diesel en los años 80 a pesar los escenarios pesimistas sobre las posibilidades de abastecimiento en el país, también hizo la transición al gas natural en los 90 a pesar de las voces a favor de usar más carbón o de los no demostrados beneficios de ofrecer gas natural en todas las regiones. Colombia pudo abastecer sus demandas térmicas con gas natural a partir de 1990 y el uso de carbón en la industria nacional y en la generación termoeléctrica mantuvo sin grandes variaciones sus consumos físicos a lo largo de los últimos 30 años.

Si esas demandas térmicas se hubiesen atendido con carbón térmico, la transición energética para Colombia sería mucho más compleja y el rol de gas natural sería más protagonista en las próximas tres décadas.

La E2050 ha encontrado también que la matriz de generación eléctrica podría transitar por la siguiente senda de descarbonización (figura 22).

Figura 21. Composición de la generación eléctrica para alcanzar la carbono neutralidad en Colombia Fuente: E2050, Universidad de Los Andes et al. 2021; BID 2021.

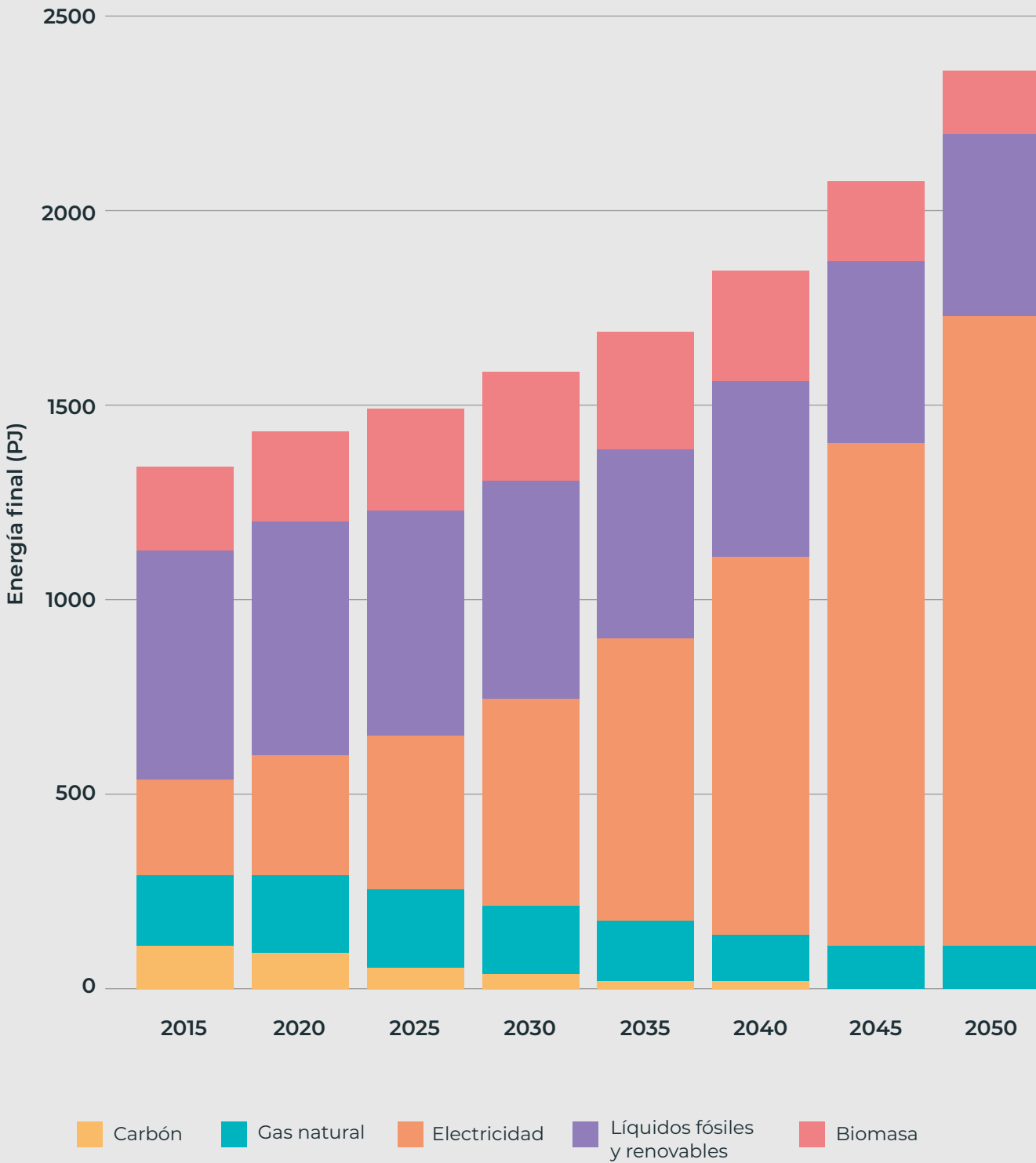


Figura 22.

Composición en porcentaje de la generación eléctrica por fuente para la carbono neutralidad de Colombia a 2050

Fuente: E2050: Universidad de Los Andes et al. 2021; BID 2021.

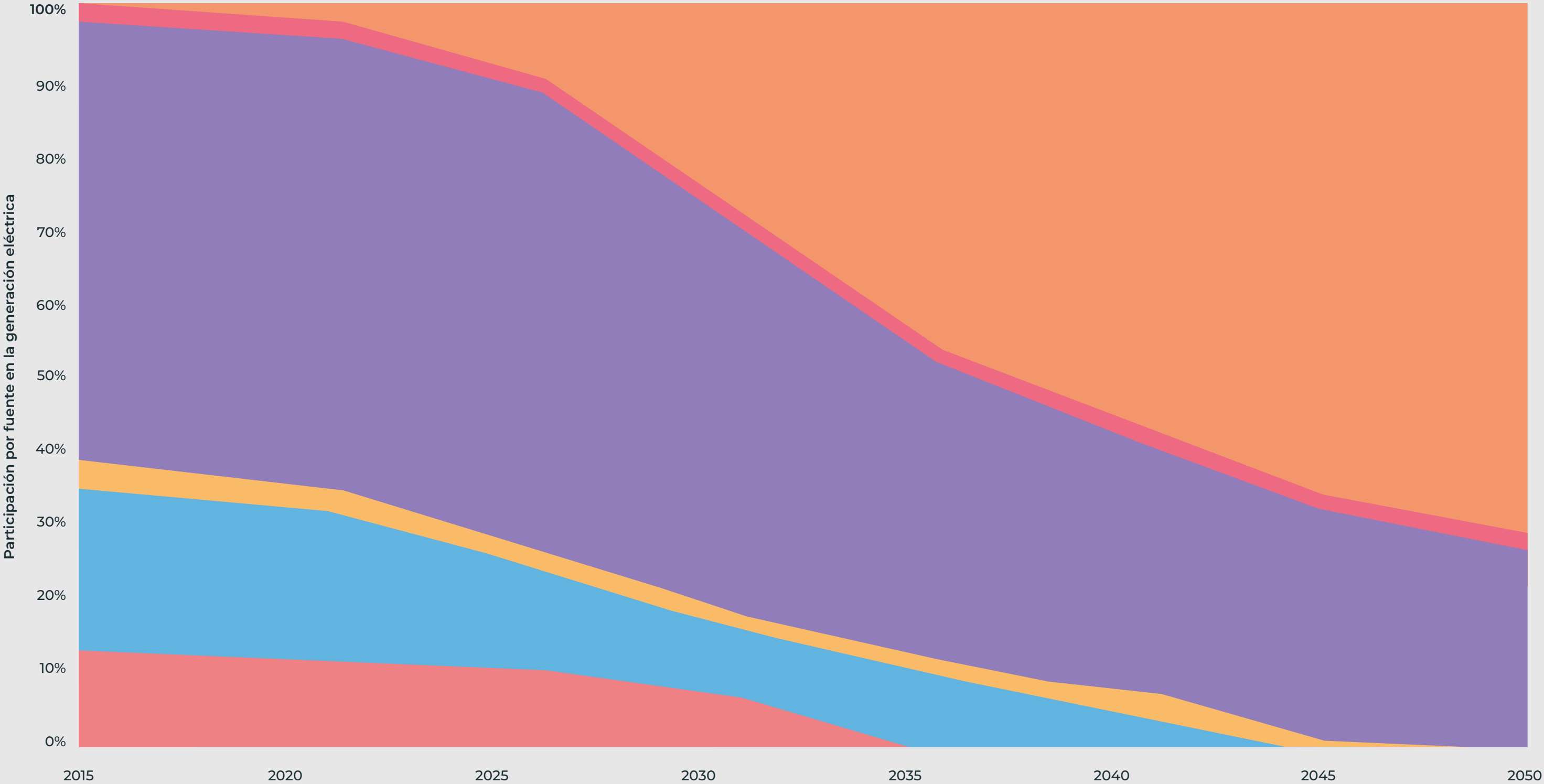
- Carbón

Gas

Líquidos
- Hidro

Biomasa y cogeneración

Otros renovables



Comparación de trayectorias de reducción de emisiones

Las diferencias entre las trayectorias planteadas por el PEN2050 y los resultados de la modelación para la carbono neutralidad se pueden apreciar a continuación:

Tabla 4. Colombia, emisiones sector energía M t CO₂.

	2014	2020	2030	2040	2050
Carbono neutralidad	73	62	64	35	12
PEN actualización	73	62	75	82	90
PEN modernización	73	62	71	73	75
PEN inflexión	73	62	69	68	69
PEN disrupción	73	62	59	55	53

Figura 23. Comparación de emisiones escenarios PEN y carbono neutralidad
Fuente: E2050: Universidad de los Andes et al., 2021; BID, 2021.



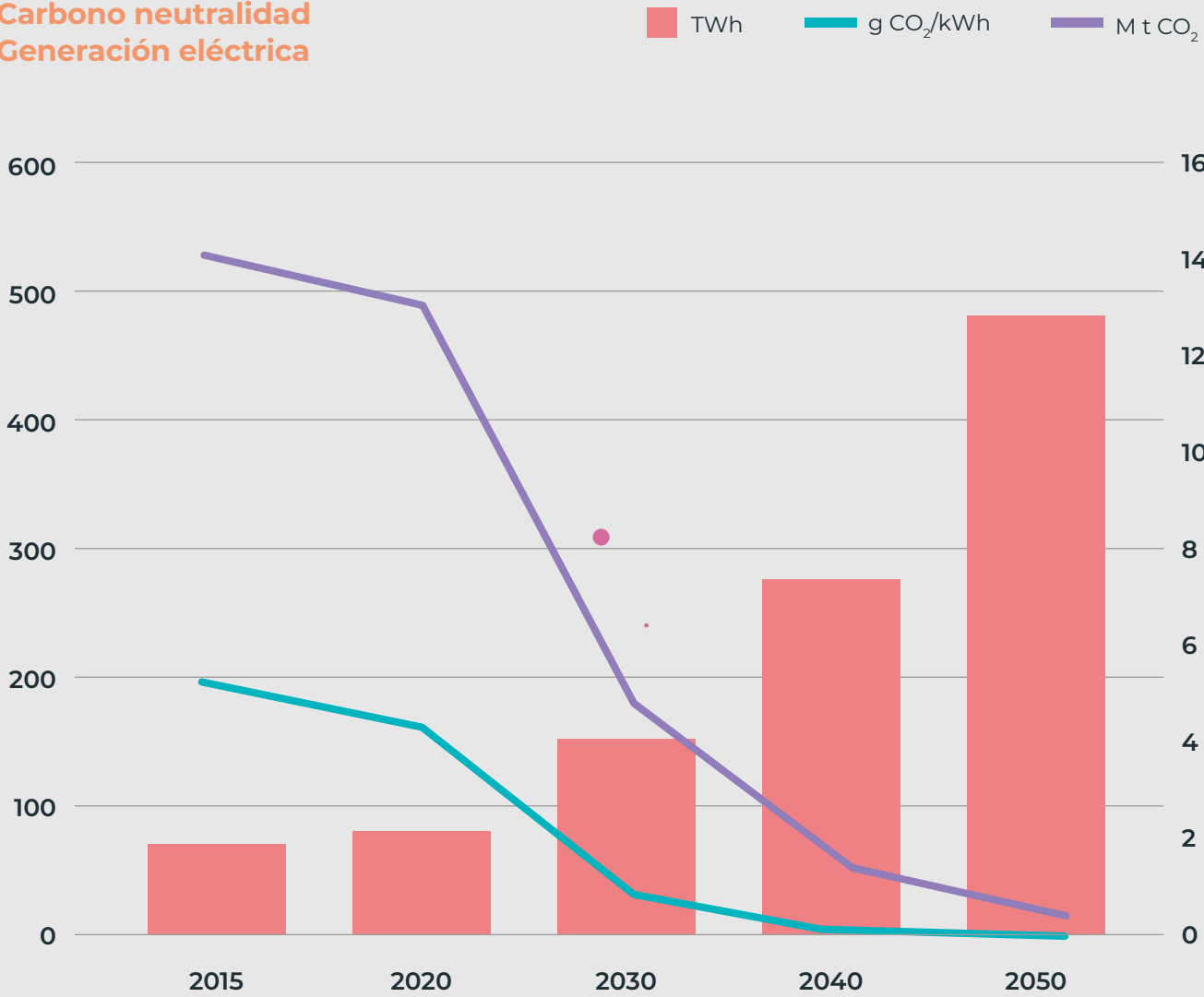
Como se muestra, la carbono neutralidad se alcanzará con acciones que tendrán su mayor impacto a partir de 2030, especialmente por los cambios tecnológicos esperados en todos los procesos que usan energía.

A continuación, se muestra la relación entre la descarbonización de la generación eléctrica y el

crecimiento de la electrificación de la economía y que puede dar lugar a una emisión de 26 g CO₂ por kWh (IEA, 2020) y en el escenario más optimista de 1 g CO₂ por kWh, en 2050 (Universidad de los Andes et al., 2021; BID, 2021), considerando procesos de CCUS y estrategias de compensación.

Figura 24.
Trayectoria hacia la carbono neutralidad en generación eléctrica deseable para Colombia, el punto indica el nivel promedio esperado de emisiones de CO₂ en 2030, según la reciente versión del Plan de Expansión de Generación (8 M t CO₂)
Fuente: E2050: Universidad de los Andes et al., 2021; BID, 2021.

Carbono neutralidad
Generación eléctrica



4.3.4 Opciones para el aumento de las absorciones de gases efecto invernadero al 2050

La carbono neutralidad a largo plazo implica lograr un equilibrio entre las emisiones de GEI y la absorción por parte de los sumideros de carbono para compensar las eventuales emisiones que se produzcan. Para Colombia, se identifican alternativas viables de absorción enmarcadas en dos categorías: i) no AFOLU para aquellas alternativas tecnológicas que permiten capturar el CO₂ de la atmósfera, almacenarlo o usarlo para que ingrese nuevamente en los procesos productivos y ii) AFOLU para aquellas alternativas que provienen de fuentes naturales o inspiradas en ella y que previenen la degradación y pérdida de ecosistemas (CAIA Ingeniería 2021).

El estado del arte de las opciones de absorción permitió identificar doce alternativas tecnológicas para la categoría no AFOLU, estas opciones se analizaron y validaron a través de la consulta con expertos y posteriormente fueron priorizadas empleando el proceso de jerarquía analítica (AHP, por sus siglas en inglés), con lo cual se identificaron dos alternativas de captura y almacenamiento de carbono —CCS postcombustión y CCS *oxyfuel*— y una alternativa de captura, uso y almacenamiento

de carbono —recuperación mejorada de petróleo (EOR, por sus siglas en inglés)—, que serían las opciones tecnológicas de entrada para implementar la estrategia de carbono neutralidad en el país a 2050 (CAIA Ingeniería 2021).

El potencial de captura de las opciones de la categoría no AFOLU es de aproximadamente 6 M t/año CO₂ de fuentes puntuales de emisión, que podría ampliarse hasta el total disponible (17.8 M t/año CO₂), si se implementa EOR y se desarrollan clústeres de captura intersectoriales. Adicionalmente, existe un potencial de aproximadamente 4.7 M t/año de CO₂ proveniente de los principales rellenos sanitarios si se implementa combustión *oxyfuel* para la generación de energía a partir de residuos (WtE, por sus siglas en inglés), alcanzando un potencial de captura de CO₂ de más de 10 M t/año para las tres opciones no AFOLU priorizadas. Sin embargo, la gestión integral de residuos sólidos contemplada en la NDC a 2030, estima una meta de reducción de 3.26 M t/año CO₂ que deben ser descontados de la combustión *oxyfuel*, ajustando entonces, el potencial disponible de captura de las opciones no AFOLU se obtiene un valor de 7.3 M t CO₂/año en 2050. En las tablas a continuación se presenta el potencial de almacenamiento de las opciones priorizadas, así como, su estado de desarrollo y costos (CAIA Ingeniería 2021).

Tabla 5.
Potencial de captura No AFOLU
Fuente: E2050: CAIA Ingeniería, 2021.

Opción	Emisiones disponibles t. CO ₂ /año	Potencial de captura t. CO ₂ /año	Adicionales a las NDC t. CO ₂ /año	A 2050 t. CO ₂ /año	Potencial de almacenamiento t. CO ₂
CCS postcombustión o EOR	17.810.435	5.900.000	5.900.000	5.900.000	247.000.000
CCS combustión <i>oxyfuel</i>	6.096.000	4.695.197	1.435.197	1.435.197	

Tabla 6. Priorización de opciones no AFOLU
Fuente: E2050: CAIA Ingeniería, 2021.

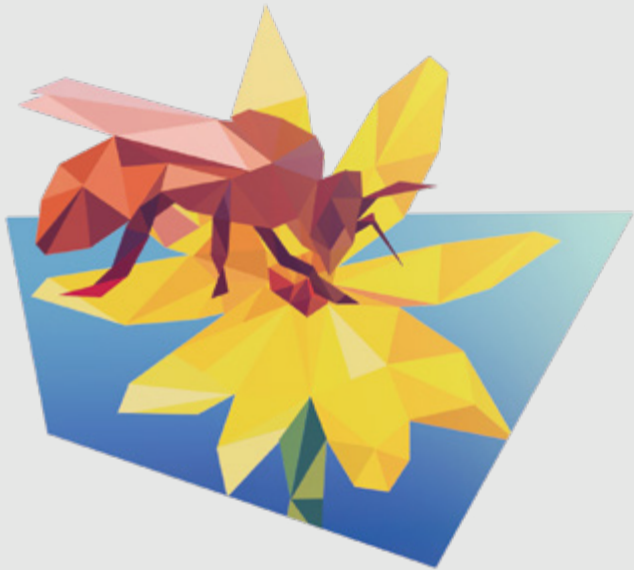
Opción	Estado de desarrollo	Costos
CCS posterior a la combustión	Se reportan 18 plantas en diferentes estados de desarrollo, 3 de ellas en operación, mientras que el resto en estado temprano o avanzado de desarrollo indicando su entrada en operación antes de finalizar la década (2030). Estos desarrollos se adelantan principalmente en Estados Unidos, Canadá, China, Reino Unido y Países Bajos. Allí se identifican aplicaciones en los sectores de generación de energía, producción de hidrógeno y cemento. En cuanto al tamaño o capacidad de los sistemas de captura, varían desde 350 k t/año a 6 M t/año (Global CCS Institute, 2020).	Los costos de captura y purificación de CO₂ varían en gran medida por fuente puntual, desde 15 a 60 USD / t CO₂ para corrientes de CO₂ concentrado, 40 a 80 USD / t CO₂ para centrales eléctricas de carbón y gas, hasta más de 100 USD / t CO₂ para fuentes puntuales pequeñas y diluidas. Los costos de transporte se encuentran en el rango de 1.3 y 15.1 USD (2015)/t CO₂-250 km dependiendo de la ubicación y la longitud del oleoducto (Budinis, et al., 2018). El costo de almacenamiento depende del tipo y lugar de almacenamiento y están en el rango de 1.6 a 31.4 USD (2015)/t CO₂ incluidas las formaciones salinas profundas (Budinis, et al., 2018).
CCS combustión oxyfuel	El estado actual de desarrollo son plantas demostrativas principalmente en la producción de cemento. Adicionalmente, el Global CCS Institute ha identificado una planta en avanzado estado de desarrollo para la producción de hidrógeno (2025) en Estados Unidos y dos plantas en construcción para la generación de energía a partir de residuos (WtE, por su sigla en inglés) en Estados Unidos (Global CCS Institute, 2020).	Se estima que la captura de CO ₂ en una planta de cemento empleando la combustión oxyfuel puede estar alrededor de los 60 dólares por tonelada de CO ₂ capturada (Li, Tharakan, Macdonald, y Liang, 2013). Por su parte, los costos de transporte y almacenamiento de CO ₂ aplican los mismos descritos para CCS posterior a la combustión pues ambas alternativas pertenecen al mismo grupo o tipo, la captura y almacenamiento de carbono (CCS).

CCUS-EOR	Se estima que para el 2017, de los 375 proyectos de EOR que operaban a nivel mundial, 166 proyectos eran a través de la inyección de CO ₂ . La producción de petróleo de los proyectos EOR-CO ₂ es de aproximadamente 0.5 millones de bpd. Este volumen representa aproximadamente el 20 % de la producción de las operaciones EOR, que a su vez representa el 2 % de la producción mundial de petróleo.	El costo nivelado de captura oscila entre 14-250 USD/t CO ₂ , seguido del coste del CO ₂ durante las operaciones de EOR con una variación de 29-71 USD/ t CO ₂ , y finalmente el transporte de CO ₂ de 1.2 USD/ t CO ₂ a 28 USD /t CO ₂ (Yáñez, Ramírez, Núñez-López, Castillo, y André, 2020).
----------	--	---

En la categoría AFOLU, las SbN¹⁸ son el camino para que el sector se convierta en un sumidero importante de las emisiones GEI. Existen 3 tipos de acciones relacionadas con SbN que brindan los beneficios de remoción de CO₂ atmosférico, sus diferencias radican en el nivel de ingeniería aplicada a la biodiversidad y los ecosistemas, y la entrega de servicios ecosistémicos (Eisenberg y Polcher, 2019). El tipo 1: son soluciones que implican un mejor uso de los ecosistemas existentes o protegidos, el tipo 2: son soluciones basadas en el desarrollo de protocolos y procedimientos de gestión sostenible para ecosistemas gestionados o restaurados y el tipo 3: soluciones que implican la creación de nuevos ecosistemas o su gestión de forma muy intrusiva. Dado que el 30 % del territorio nacional está titulado a los pueblos étnicos indígenas y negros y el 53.4 % de los bosques naturales de Colombia (IDEAM 2017) se encuentran en estos territorios, las alternativas identificadas en la categoría AFOLU será transcendental en la absorción de GEI al 2050.

Dentro de cada uno de los tipos de SbN, se identificaron nueve alternativas, estas opciones se analizaron y validaron a través de la consulta con expertos y posteriormente fueron priorizadas empleando el proceso de jerarquía analítica, con lo cual se priorizaron las tres acciones de protección y conservación de ecosistemas naturales (páramos, manglares y bosques) seguida de los sistemas silvopastoriles y las plantaciones fore-

stales. Adicionalmente, se hace una mención especial a la restauración ecológica, incluyendo la estrategia de control intersectorial a la deforestación, degradación, conservación, incremento de carbono y manejo forestal sostenible, el almacenamiento de carbono en los ecosistemas de páramo por lenta descomposición y humificación de la materia orgánica y en los ecosistemas de manglar tanto en la biomasa aérea como en los sedimentos acumulados alrededor de las raíces y suelos (CAIA Ingeniería 2021).



18. Concepto sombrilla que construye y desarrolla conceptos como la adaptación basada en ecosistemas (AbE), infraestructura verde y azul, servicios ecosistémicos, entre otros (Eisenberg y Polcher, 2019).

Para cada una de las opciones se utilizó el algoritmo MODIS MOD17A3HGF, modelo para evaluar la productividad de los recursos forestales, el cual utiliza datos de satélite y datos climáticos de tele-detección para predecir la producción primaria neta (PPN) y la producción primaria bruta (PPB) espacial y temporalmente continuas, sobre la base de un enfoque de modelización ecofisiológica. Además de los datos de reflectancia satelital y los datos climáticos, requiere las propiedades biofísicas de los tipos de cobertura terrestre. Dicho algoritmo permitió estimar el potencial promedio de PPN ($\text{t CO}_2/\text{ha}$) de las opciones: i) prevención de la degradación y pérdida de páramo por restauración, ii) sistemas silvopastoriles, iii) plantaciones forestales y iv) restauración ecológica a nivel de bioma, adicionalmente, para las opciones que contemplan emisiones evitadas en bosques y manglares se usó el promedio de stock en bioma ($\text{t CO}_2/\text{ha}$) mientras que para emisiones evitadas en páramos se emplearon tasas de carbono en suelo de referencias bibliográficas.

Para evaluar el potencial de captura de las opciones identificadas, se plantearon tres escenarios con diferentes niveles de intervención sobre el área máxima identificada para cada opción. Es decir, se estableció para cada escenario, en cada opción, una meta de intervención en hectáreas a 2050 y se aplicó en todos ellos la misma tasa de absorción de acuerdo con la PPN promedio o emisiones evitadas empleando el *stock* promedio según correspondía. Por lo tanto, los escenarios representan el esfuerzo que necesita el país para lograr los objetivos de carbono neutralidad asumiendo una tasa de absorción o emisión evitada constante para cada una de las opciones priorizadas. Es importante aclarar que las estimaciones realizadas asumen un clima constante y permanente durante el periodo de tiempo analizado, sin embargo, se debe tener en cuenta que un escenario real a medida que cambia el clima, los ecosistemas también pueden cambiar su funcionamiento y su potencial de captura (CAIA Ingeniería 2021).

En la **tabla 7** se resumen todas las opciones (emisiones evitadas y absorciones) para AFOLU en cuanto a su potencial de captura de carbono a 2050, para los tres los escenarios planteados en cada una. La capacidad de reducir emisiones por las opciones priorizadas, más la restauración ecológica, puede variar entre $89.94 \text{ M t CO}_2/\text{año}$ y $586.30 \text{ M t CO}_2/\text{año}$ al 2050, dependiendo de los esfuerzos a nivel país para la implementación de estas alternativas. Sin embargo, para el potencial máximo de estas medidas es necesario descontar los aportes de las metas establecidas en la NDC con el fin identificar las absorciones o emisiones evitadas adicionales, obteniendo un potencial máximo de $423.47 \text{ M t CO}_2/\text{año}$ para el escenario tres y de $81.53 \text{ M t CO}_2/\text{año}$ para el escenario dos. En el escenario uno no se realizó descuento de la NDC ya que su aporte es inferior a la meta de emisiones de la NDC a 2030 ($169.44 \text{ M t CO}_{2\text{eq}}$).

Es decir, los dos primeros escenarios no logran neutralizar las emisiones esperadas de país a 2030, mientras que el tercer escenario supera de manera significativa la meta de reducción descontando las medidas de mitigación definidas en la NDC tales como: reducción de la deforestación en bosques (50.000 ha/año al 2030), sistemas silvopastoriles ($3.628.959 \text{ ha}$), plantaciones forestales (368.836 ha) y restauración ecológica (962.615 ha) (Minambiente, 2020). Estas áreas fueron identificadas en su valor más próximo en las trayectorias de los escenarios planteados y se descontó su valor equivalente en toneladas de CO_2 reducidas o absorbidas para cada caso. Adicionalmente, como parte de este ejercicio, se plantearon unas tasas aceleradas de intervención a 2030 para cada una de las opciones, con el fin de aprovechar el potencial de absorción de los ecosistemas a corto plazo, ya que estos pueden verse afectados por el incremento de la temperatura global en un periodo de tiempo más largo de acuerdo con lo definido en el artículo *Soluciones basadas en la naturaleza que pueden ayudar a enfriar el planeta si actuamos ahora* (CAIA Ingeniería 2021).



Por lo tanto, para lograr la carbono neutralidad del país, además de cumplir con las metas establecidas en la NDC, se deben incrementar los esfuerzos en estas medidas y contemplar iniciativas de conservación y restauración en ecosistemas como páramos y manglares. Además, es fundamental establecer metas ambiciosas para la conservación y restauración de bosques, ampliación de las áreas protegidas, desarrollo de sistemas silvopastoriles y plantaciones forestales, teniendo en cuenta su gran potencial. Lo anterior, también busca cubrir la posible tendencia de crecimiento de las emisiones a 2050.

Para alcanzar la visión de la Estrategia Climática de Largo Plazo, el reto para el país es lograr un equilibrio entre las emisiones de GEI y la absorción por parte de los sumideros de GEI en la segunda mitad del siglo, en esta parte del documento se han presentado una serie de opciones de las cuales se puede seleccionar una combinación a implementar, para compensar las emisiones remanentes que no ha sido posible eliminar. De acuerdo a los resultados de los escenarios de descarbonización a 2050, se requeriría capturar de 14.4 a $31.5 \text{ M t CO}_{2\text{eq}}$, dependiendo de los niveles alcanzados de reducción de emisiones GEI a nivel nacional. Sin embargo, cada una de las opciones tienen asociados unos retos y barreras que podrían limitar su implementación. Por ejemplo, para las opciones no AFOLU, una de las causas directas que limita su desarrollo es los

altos costos y bajo nivel de madurez tecnológica, mientras que para las opciones AFOLU, la degradación y pérdida de ecosistemas de manera permanente por cambios en el uso del suelo (CAIA Ingeniería 2021).

Para que el país pueda avanzar hacia una implementación real de dichas opciones es necesario desarrollar una serie de acciones durante el periodo 2030-2050 y combatir las causas directas e indirectas que limitan su implementación. Para la categoría no AFOLU, estas acciones se deberían orientar hacia alcanzar tres objetivos específicos: i) lograr la aceptación social para la implementación de nuevas tecnologías de absorción, ii) incrementar la madurez tecnológica y reducir los costos totales de su implementación y iii) facilitar el cierre financiero para la implementación de las tecnologías de absorción en los diferentes sectores. Por su parte, para la categoría AFOLU enfocado a cuatro objetivos específicos: i) fomentar la conservación y uso sostenible de ecosistemas a nivel nacional, ii) aumentar la generación de información primaria sobre ecosistemas y sus variaciones en el tiempo, iii) apalancar y gestionar incentivos financieros para el desarrollo de iniciativas enfocadas en manejo sostenible de ecosistemas y iv) incrementar los instrumentos administrativos y legislativos para garantizar la protección y gestión sostenible de los ecosistemas (CAIA Ingeniería 2021).

Tabla 7.
Potencial de captura AFOLU
Fuente: E2050: CAIA Ingeniería, 2021.

Opción		Tipo de emisiones	Escenario 1			Escenario 2		Descontando NDC	Escenario 3			Descontando NDC	
			Área intervenida (ha)	Potencial 2050 (M t CO ₂ /año)	Acumulado 2050 (M t CO ₂)	Área intervenida (ha)	Potencial 2050 (M t CO ₂ /año)		Acumulado 2050 (M t CO ₂)	Área intervenida (ha)	Potencial 2050 (M t CO ₂ /año)		Acumulado 2050 (M t CO ₂)
1	Prevención de la degradación y pérdida de bosques por aumento de stock en biomasa en áreas protegidas	Absorciones	707.577	12.5	240.0	2.122.732	37.5	720.0	37.5	4.245.464	75.0	1.439.9	75.0
2	Prevención de la degradación y pérdida de páramo por conversión de uso hacia pastizales **	Emisiones evitadas	79.918	0.5	19.1	239.753	0.0	20.9	0	479.507	0	20.9	0
	Prevención de la degradación y pérdida de páramo por restauración	Absorciones	47.872	0.09	1.7	143.616	0.8	15.0	0.8	478.719	10.5	202.3	10.5
3	Prevención de la degradación y pérdida de manglares por deforestación *	Emisiones evitadas	2.172	0.1	1.9	1.689	0.3	5.6	0.3	0	1.0	18.6	1.0
4	Sistemas silvopastoriles	Absorciones	1.015.558	23.1	409.6	3.046.674	69.2	1.228.8	-20.5	10.155.582	230.8	4.096.0	141.0
5	Plantaciones forestales	Absorciones	746.751	17.1	324.0	2.240.252	51.2	972.0	43.0	7.467.508	170.6	1.619.3	162.4
6	Restauración ecológica	Absorciones	125.599	2.0	45.0	376.797	6.1	135.0	-10.2	1.255.990	20.4	450.0	4.1

*El valor presentado en área corresponde a una meta de deforestación anual. **Las emisiones evitadas para esta opción (páramos) considera un periodo de protección de 20 años desde el momento en el que se inicia la intervención. Por lo tanto, en el 2050 no se refleja un potencial de captura (emisiones evitadas) porque dicho periodo se ha cumplido de forma gradual en años anteriores. Sin embargo, se destaca el potencial de captura acumulado del ecosistema en años anteriores.

Nota: para el escenario dos, en la columna donde se descuenta la NDC, no se tomaron los valores negativos para totalizar dicho escenario (85.084.710), pues estas medidas no aportan absorciones adicionales o emisiones evitadas considerando las metas de la NDC para dichos casos (opciones 4 y 6).

La visión de Colombia a 2050



En 2050 Colombia será un país resistente al clima, que prioriza el bienestar humano, la conservación de la biodiversidad y la seguridad hídrica. Tendrá una economía competitiva, circular y carbono neutral.



También, regiones, sectores e instituciones con amplias capacidades para la adaptación al cambio climático, alcanzadas a partir de transformaciones sostenibles promovidas a través de un actuar ético, del conocimiento, la innovación, la inclusión social multicultural, la seguridad alimentaria y el fortalecimiento de la gobernanza territorial.

Para alcanzar esta visión se proponen dos objetivos principales para guiar las trayectorias que Colombia debería seguir para consolidarse en 2050 como un país resiliente al clima:



01

Colombia deberá tener un balance neto cero entre sus emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero (carbono equivalentes) a partir del año 2050, respecto a las emisiones reportadas en 2015.

02

Colombia deberá reducir la vulnerabilidad de sus municipios y departamentos a categorías bajo o muy bajo (≤ 0.4), con relación a la clasificación actual de alto (0.88)¹⁹ (IDEAM, et al., 2017) y deberá reducir los daños y pérdidas causados por cambio climático, con un enfoque territorial integral y multisectorial.

19. De acuerdo con la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (IDEAM, et al., 2017) el Índice de Riesgo por Cambio Climático (Rcc) oscila en valores de 0 a 1, siendo 1 el máximo riesgo.

5.1 Principios fundamentales



Equidad

Al tener todos los ciudadanos colombianos los mismos derechos constitucionales, la construcción de una resiliencia climática socioecológica debe tener como base la generación de equidad social entre los diferentes sectores, culturas, actores e individuos que habitan este territorio.



Prioridad vital de la resiliencia climática socioecológica

La vida es el valor supremo y adelantar acciones para que el territorio nacional y su población tengan la capacidad de enfrentar los retos asociados con el cambio climático sin tener que sacrificar su bienestar. La resiliencia socioecológica es un sinónimo de la sostenibilidad (Berkes, 2003).



Coherencia

Intersectorial, temporal y espacial en cuanto al tipo de políticas, inversiones, e incentivos que se estén buscando para lograr y asegurarse que los posibles *trade-offs*²⁰, costos de oportunidad y externalidades se minimicen y sean tenidos en cuenta también en las decisiones que se tomen.



Orientación 1.5 °C

Consistente con el objetivo global de mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C respecto de los niveles preindustriales, establecido en el Acuerdo de París.



Aproximación basada en conocimiento

La E2050 se debe revisar, actualizar y adaptar a las realidades regionales, a partir del diálogo de saberes entre el conocimiento tradicional y los análisis científicos, así como el criterio y experiencia de expertos de diversas ramas del saber académico y empírico.

20. Un trade off, se define como una situación en la se debe equilibrar una decisión entre dos situaciones o cualidades opuestas (Cambridge Dictionary, 2021).



Corresponsabilidad

La gestión para la construcción de resiliencia climática socioecológica es una responsabilidad compartida pero diferenciada entre todos los miembros de la sociedad. La distribución de los riesgos y beneficios derivados de la gestión debe ser democrática, justa y equitativa.



Enfoque articulador

El desarrollo de la visión de largo plazo (2050) debe hacerse de forma armonizada y articulada con las metas nacionales de corto (2022) y mediano plazo (2030, incluidos los ODS).



Transparencia

Presentar oportunamente a las diferentes instancias la suficiente información que permita entender el alcance, limitaciones, metodologías, las fuentes de información y los supuestos. Este principio incluye también el análisis crítico para reconocer, valorar y manifestar aciertos, desaciertos y lecciones aprendidas de los procesos.



Bienestar de la población y el mejoramiento de su calidad de vida

La calidad de vida de la población está recíproca e indisolublemente relacionada con la construcción de una resiliencia climática socioecológica.



Precaución

Cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para impedir o postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente (Ley 99 de 1993; Sentencia Consejo de Estado 25 de enero de 2019, con radicado 2014-218) (Congreso de Colombia, 1993).



Reconocimiento, valoración e inclusión de la diferencia cultural

La construcción de una resiliencia climática socioecológica está estrechamente vinculada con la diversidad étnica y cultural. El reconocimiento, valoración e incorporación de conocimientos y prácticas de manejo de la naturaleza de los pueblos indígenas, comunidades afrodescendientes y comunidades locales en el diseño y estrategias locales de bajo carbono y adaptación al cambio climático de largo plazo, que construyen confianza entre las partes para articularse con las políticas de desarrollo y de ordenamiento del territorio, garantizando su sostenibilidad.



Igualdad de género

La Conferencia de las Partes, recordando las decisiones 36/CP.7, 1/CP.16, 23/CP.18, 18/CP.20, 1/CP.21 y 21/CP.22 y el Acuerdo de París, reafirmando la resolución de la Asamblea General sobre la *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible* observa que sigue siendo necesario reforzar la respuesta de la política climática a las cuestiones de género en todas las actividades relativas a la adaptación,

la mitigación y los medios de aplicación conexos (la financiación, el desarrollo y la transferencia de tecnología y el fomento de la capacidad), así como en la adopción de decisiones sobre la aplicación de las políticas climáticas²¹.



Dimensión territorial

La resiliencia climática socioecológica se construye a partir de la adecuada gestión territorial, por tanto, su gestión debe hacerse en concordancia con las políticas de ordenamiento territorial y armonía con la naturaleza. Esta dimensión también se relaciona con la diferencia biofísica y cultural que existe entre regiones del país que lleva a entender que las opciones y alternativas de acción deben adecuarse a las realidades particulares de cada territorio.



Descentralización

Amparada en la Constitución Política de Colombia, la gestión para la construcción de una resiliencia climática socioecológica de largo plazo se realizará con base en el principio fundamental de descentralización, definida en sentido amplio abarcando para su gestión los cuatro tipos que identifica la SC-1051/01, territorial, funcional o por servicios, por colaboración y, finalmente, por estatuto personal.

21. Versión mejorada del Programa de trabajo de Lima y su plan de acción de género.



Solidaridad

i como una pauta de comportamiento conforme a la cual deben obrar las personas en determinadas ocasiones para encontrar soluciones a las dificultades individuales y colectivas,

ii como un criterio de interpretación en el análisis de las acciones u omisiones de los particulares que vulneren o amenacen los derechos fundamentales,

iii como un límite a los derechos propios (Consideraciones iniciales SC-459/04). Congruente con el valor constitucional (art. 1).



Programas adaptables a escenarios inciertos

Este plan debe considerar el grado de incertidumbre existente debido a la variabilidad hidrológica, el cambio climático y los cambios sociales y políticos. Por eso, la formulación de políticas, planes y programas de inversión que se deriven de esta estrategia deben ser adaptables.



Medible y cuantificable

Con el avance del conocimiento y de la información disponible es necesario que el seguimiento de las metas derivadas de la E2050 esté basado en indicadores cuantitativos que permitan medir el avance y cumplimiento.



Áreas de acción para la transición

a una Colombia resiliente: referentes de ambición e instrumentos

La resiliencia climática de Colombia a 2050 se construirá a través del desarrollo integral de acciones ambiciosas y disruptivas que permitan descarbonizar significativamente la economía. Se busca llegar a niveles que sean congruentes con el requerido por la ciencia para aportar de manera efectiva al cumplimiento de la meta global, establecida por el Acuerdo de París, de mantener la temperatura global por debajo de los 2 °C (idealmente 1.5 °C). Las transiciones socioecológicas (TSE) necesarias para lograr que Colombia pase de ser un país carbono intensivo y altamente vulnerable al cambio climático (IDEAM, et al., 2017), a ser, a partir de 2050, un país carbono neutro y con altas capacidades de adaptación, se materializan mediante la planeación nacional y regional con visión sistémica y enfoque territorial, diferencial y de género, para que, a través del desarrollo de las fases de estas transiciones, las diferentes apuestas y sus opciones de transformación se materialicen en transformaciones de realidades concretas.

Dada la enorme incertidumbre y complejidad que implica la proyección al largo plazo (≥30 años) de sistemas complejos, la E2050 se estructura a través de apuestas, las cuales en conjunto buscan desarrollar la gran TSE hacia un país resiliente al clima. La transformación hacia la carbono neutralidad se orienta inicialmente por los inventarios nacionales de GEI (INGEI) (IDEAM, et al., 2016) y la contribución nacionalmente determinada (NDC) (MinAmbiente, 2021), los cuales presentan las actividades y sectores estratégicos que concentran las mayores emisiones de GEI del país y las mayores oportunidades de mitigación. Por otra parte, la transformación para aumentar la capacidad de adaptación se orienta en la Tercera Comunicación Nacional (IDEAM,

et al., 2017), el *Atlas de Riesgo* (UNGRD 2018) y la evaluación del riesgo por cambio climático (RCC) (Ingeniar, 2021). La TSE se describe en tres fases principales (Herrfahrdt-Pähle et al., 2020; Folke, 2020), que se desarrollan en períodos de décadas (Loorbach, 2017) (**figura 25 y tabla 8**).

El abordaje sistémico para orientar la construcción de resiliencia climática socioecológica, define la necesidad de considerar a todas las apuestas como relacionadas entre sí, formando un sistema, donde si bien al interior de cada apuesta se llevan procesos sectoriales y más específicos, la riqueza y éxito del proceso estará en la relación y activación de cada una en función de las demás. Los medios de implementación, el enfoque de género y las acciones para la gestión de riesgos de desastres y de transición climática, jugarán un papel fundamental activando, coordinando y potencializando los resultados a obtener para que, a la larga, la carbono neutralidad y la capacidad de adaptación fortalecida para el largo plazo, surjan como propiedades emergentes del sistema gracias a los ciclos virtuosos creados.

La gestión de las TSE para la construcción de resiliencia climática en Colombia requerirá también del fortalecimiento de los procesos de participación y gobernanza que reconozcan la importancia de los diferentes sistemas de conocimiento y uso ancestral del territorio para optimizar la capacidad de gestión desde las escalas locales hacia escalas superiores de tipo regional y nacional. Asimismo, estos esquemas de participación y gobernanza reconocen que los hombres, mujeres, niños, niñas y adolescentes son integrantes de la sociedad, con diferentes necesidades, roles, habilidades e intereses y con una incidencia distinta sobre el territorio.

Figura 25.
Diagrama conceptual general de las fases de la transición socioecológica (TSE) para la resiliencia climática de largo plazo (2050) en Colombia
Fuente: E2050, basado en (Herrfahrdt-Pähle et al., 2020; Folke, 2020).

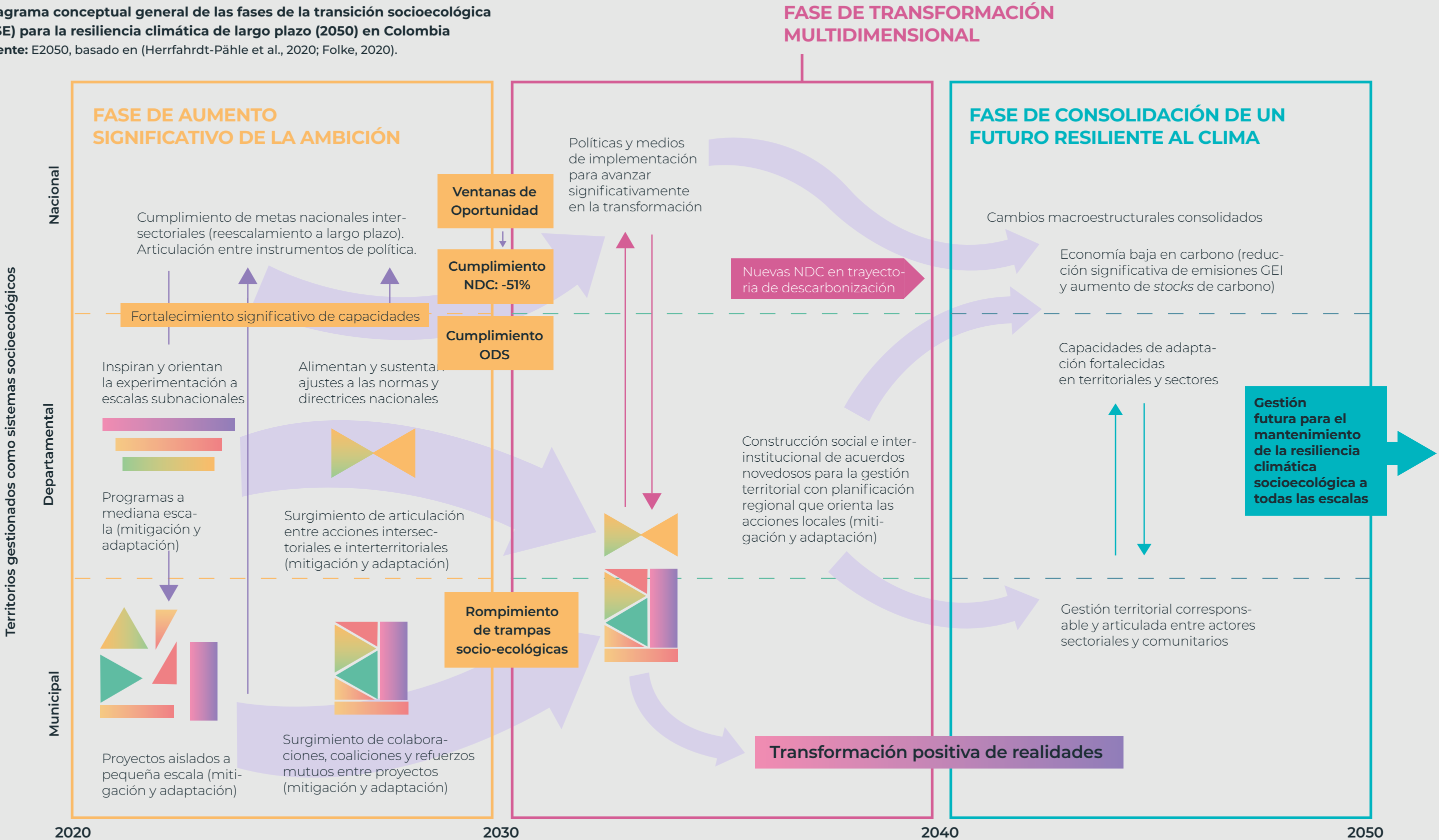


Tabla 8.
Descripción general de las tres fases de la transición socioecológica (TSE) para la resiliencia climática de largo plazo (2050) en Colombia
Fuente: E2050

Fase de aumento significativo de la ambición (2020–2030)
Se caracteriza por un esfuerzo intersectorial significativo que permite alcanzar las metas nacionales contenidas en diversos instrumentos de política, tales como las NDC (2015 con horizonte a 2025 y 2020 con horizonte a 2030 —148 metas—), los Planes Nacionales de Desarrollo, los ODS, otros instrumentos CONPES y de política sectorial, que contribuyan a avanzar en los cimientos de construcción de una resiliencia climática de largo plazo (2050). El desarrollo de acciones y proyectos de cambio climático (mitigación²², adaptación²³ y gestión del riesgo), a escalas local y regional debe avanzar hacia la articulación y coordinación entre iniciativas, de manera que se facilite escalar los resultados, buenas prácticas y lecciones aprendidas, permitiendo aumentar la ambición e impulsar la TSE hacia la carbono neutralidad y el aumento de la capacidad de adaptación, al tiempo que se incrementan la participación, la igualdad de género y la equidad. Es una fase para un significativo fortalecimiento de capacidades y acompañamiento técnico y financiero a los actores públicos, privados y de la sociedad civil, sobre el reconocimiento de los impactos diferenciados y las necesidades e implicaciones tecnológicas, institucionales y de medios de implementación necesarios para la resiliencia climática de largo plazo. Estos acompañamientos serán claves en la gestión del riesgo de transición climática (CTR, por sus siglas en inglés), la cual es clave en la transformación empresarial requerida. Además, se deberán adelantar y acelerar las reestructuraciones necesarias en los arreglos institucionales y los instrumentos de política (económicos y no económicos) para acompañar y brindar las seguridades iniciales a inversionistas, productores e industriales en los recambios y ajustes que serán necesarios, así como la transición justa de la fuerza laboral. En esta etapa será crucial también, aunar todos los esfuerzos para detener la deforestación lo antes posible, ya que la conservación de la biodiversidad es pilar fundamental de la construcción de resiliencia climática por la oferta de servicios ecosistémicos claves para garantizar el bienestar humano, al tiempo que la deforestación es una de las principales fuentes de emisiones de GEI en el país. Esta fase será crucial también para el inicio de la transición de los combustibles, impulsando las energías renovables y limpias, privilegiando el gas natural por encima de otros combustibles fósiles e iniciando el paso de biocombustibles de primera generación hacia biocombustibles de segunda y tercera generación²⁴.

22. Mitigación de gases de efecto invernadero: es la gestión que busca reducir los niveles de emisiones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a través de la limitación o disminución de las fuentes de emisiones de GEI y el aumento o mejora de los sumideros y reservas de GEI. Para efectos de esta ley, la mitigación del cambio climático incluye las políticas, programas, proyectos, incentivos o desincentivos y actividades relacionadas con la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono y la Estrategia Nacional de REDD+ (ENREDD+) (Ley 1931 de 2018) (Congreso de Colombia, 2018).

23. Adaptación al cambio climático: es el proceso de ajuste a los efectos presentes y esperados del cambio climático. En ámbitos sociales de decisión corresponde al proceso de ajuste que busca atenuar los efectos perjudiciales o aprovechar las oportunidades beneficiosas presentes o esperadas del clima y sus efectos. En los socioecosistemas, el proceso de ajuste de la biodiversidad al clima actual y sus efectos puede ser intervenido por la sociedad con el propósito de facilitar el ajuste al clima esperado (Ley 1931 de 2018) (Congreso de Colombia, 2018).

Fase de transformación multidimensional (2030–2040)
En esta fase se plantean las principales acciones que deben dar continuidad a las políticas iniciadas en la década anterior, sumadas a otras que contribuyan a avanzar significativamente en la transformación deseada hacia la carbono neutralidad y el aumento de la capacidad de adaptación. Las nuevas NDC pos 2030 deben continuar aumentando la ambición en congruencia con las rutas de descarbonización proyectadas y las nuevas metas de adaptación. Será prioritario construir procesos de acción local que transformen realidades, articulados y orientados desde una planeación regional, basados en nuevos acuerdos y lógicas para la gestión territorial, que posibiliten la corresponsabilidad, la inclusión y el empoderamiento de actores sectoriales y comunitarios para enfrentar el cambio climático. En esta fase, el acompañamiento institucional y financiero, así como la gestión del riesgo de transición climática (CTR) continúan siendo claves para reafirmar nuevos procesos, algunos iniciados en la fase anterior, que al tiempo que reducen significativamente emisiones GEI, aumentan <i>stocks</i> de carbono y contribuyen a aumentar la capacidad de adaptación de la población, los sectores y territorios, apalancan e impulsan aumentos significativos en la productividad, la competitividad, la inclusión, la equidad social y la sostenibilidad. Es importante notar que, en esta fase, los cambios apalancados hasta el 2030 son los que permitirán impulsar transformaciones más profundas en el sistema social e intersectorial colombiano y cerrar brechas en el camino a alcanzar/afianzar la carbono neutralidad.
Fase de consolidación de un futuro resiliente al clima (2040–2050)
Esta fase identifica las acciones para completar los cambios macroestructurales que deben orientar el mantenimiento del sistema como carbono neutral y con alta capacidad de adaptación ante los desafíos territoriales del cambio climático. Se cumple, a través de las acciones nacionales, con la ambición deseada de acuerdo con las rutas de descarbonización o el nivel mínimo de cambio necesario para que la visión de resiliencia climática planteada en esta estrategia se cumpla. Los medios de implementación sustentan, acompañan y dan seguridad jurídica a los procesos nacionales y subnacionales de transformación territorial y sectorial, así como a la inversión. La gestión del riesgo, tanto climático, como de la transición climática, sumada a la transversalización de enfoques diferenciales, continuará abriendo el camino a nuevas y permanentes necesidades de adaptación, ya que el riesgo nunca desaparecerá y la adaptación no es un objetivo que se alcance, sino que, por el contrario, es un camino evolutivo de permanente construcción y tránsito.

24. Los biocombustibles convencionales, o de primera generación, son los creados a partir de cultivos alimentarios cultivados en tierras de cultivo. De otro lado, los de segunda generación son los que son fabricados a partir de biomasa que se deriva de materiales vegetales (cultivos leñosos, residuos agrícolas o material vegetal de desecho de cultivos destinados a la alimentación que ya cumplieron su propósito alimentario) o de grasas animales. Finalmente, los biocombustibles de tercera generación se extraen a partir de algas con un contenido de aceite natural de al menos un 50 %. La producción de los de tercera generación aún no se ha llevado a cabo a escala comercial (GAVE, 2021).



6.1 Apuestas para alcanzar la resiliencia climática socioecológica en Colombia al 2050

LECTURA DE LAS FICHAS DE INICIATIVAS

Dada la amplitud temática, su extenso horizonte temporal y su carácter aspiracional y no vinculante, cada una de las opciones de transformación está acompañada de unos referentes de ambición, como acciones que se deberían alcanzar a 2050, de manera tal que, orienten las acciones que posteriormente el país adelantará en la construcción de sus caminos hacia la resiliencia climática. Estos referentes no constituyen metas vinculantes ni para los sectores ni para los territorios, son más bien guías indicativas del cambio mínimo necesario para alcanzar la resiliencia climática (carbono neutralidad y alta capacidad de adaptación), identificados a partir de diversas fuentes: i) las proyecciones obtenidas de modelos y escenarios de descarbonización

(GCAM-RDM y TIMES) siguiendo la técnica de *backcasting*, modelos de impacto económico (MEG4C) y de riesgo por cambio climático (CAPRA), ii) la proyección tendencial de algunas de las metas nacionales establecidas para 2030 y iii) el criterio experto.

A continuación, se presentan cada una de las **apuestas y opciones de transformación** que las desarrollan con aquellas líneas de acción estratégicas y algunos referentes no vinculantes de ambición que el país debe desarrollar a 2050 para construir una sociedad y una economía resiliente al clima, es decir, carbono neutral y con altas capacidades de adaptación en territorios y sectores para reducir los riesgos asociados con el cambio climático.

Número de la apuesta

Icono de la apuesta

Título de la apuesta

Número de la opción de transformación

Opción de transformación

Referentes de ambición a 2050 (cambios mínimos requeridos)

Apuesta 1

Ampliar y fortalecer los procesos de creación de conocimiento climático como elemento estratégico que respalde la toma de decisiones, la elaboración de políticas y la gobernanza local, regional y nacional, para optimizar la gestión territorial, la inclusión social y la transformación productiva.

01

Monitoreo climático y transformación digital de datos nacionales, con consistencia interna demostrable y alta precisión, que sean la base de la toma de decisiones y de la elaboración de políticas

a. 100 % del país con cobertura de redes de información hidrometeorológica (en tierra y satélite) y climática intersectorial y territorial articulada estructuralmente a los procesos de planificación y gestión y que contribuyan a la mitigación y adaptación de hombres y mujeres al cambio climático.

b. 100 % de los ministerios con CIO que compartan, articulan y retroalimentan los sistemas sectoriales de información climática de Colombia.

c. Un observatorio climático consolidado, en el marco del Sistema Climático Nacional y articulado con otros sistemas de información, que disponga de total credibilidad intersectorial para la toma de decisiones y para la generación políticas (públicas y privadas) que desarrolle y ponga al servicio de todos los colombianos datos, modelaciones, indicadores y alertas tempranas para sectores y territorios, actualizándolos periódicamente a partir de la participación y liderazgo de hombres y mujeres.

d. Entre el 80 % y 100 % de las empresas incorporen en su planeación la valoración de los costos asociados a los riesgos de la transición climática, a partir de la aplicación del conocimiento climático.

e. Entre el 70 % y 90% de los pequeños productores agropecuarios implementan siste-



Apuesta 1

Ampliar y fortalecer los procesos de creación de conocimiento climático como elemento estratégico que respalde la toma de decisiones, la elaboración de políticas y la gobernanza local, regional y nacional, para optimizar la gestión territorial, la inclusión social y la transformación productiva.

01

Monitoreo climático y transformación digital de datos nacionales, con consistencia interna demostrable y alta precisión, que sean la base de la toma de decisiones y de la elaboración de políticas

- a.** 100 % del país con cobertura de redes de información hidrometeorológica (en tierra y satelital) y climática intersectorial y territorial articulada estructuralmente a los procesos de planificación y gestión y que contribuyan a la mitigación y adaptación de hombres y mujeres al cambio climático.
- b.** 100 % de los ministerios con CIO que comparten, articulan y retroalimentan los sistemas sectoriales de información climática de Colombia.

- c.** Un observatorio climático consolidado, en el marco del Sistema Climático Nacional y articulado con otros sistemas de información, que disponga de total credibilidad intersectorial para la toma de decisiones y para la generación políticas (públicas y privadas) que desarrolle y ponga al servicio de todos los colombianos datos, modelaciones, indicadores y alertas tempranas para sectores y territorios, actualizándolos periódicamente a partir de la participación y liderazgo de hombres y mujeres.
- d.** Entre el 80 % y 100 % de las empresas incorporan en su planeación la valoración de los costos asociados a los riesgos de la transición climática, a partir de la aplicación del conocimiento climático.
- e.** Entre el 70 % y 90% de los pequeños productores agropecuarios implementan siste-



mas de monitoreo comunitario del clima para obtener información climática local y guiar la adaptación al cambio climático.

02

Innovación disruptiva a partir del impulso a la ciencia, a la tecnología y a otros sistemas de conocimiento para soportar y orientar la transición territorial, empresarial e institucional equitativa y productiva, hacia la resiliencia climática

- a.** Nuevos productos innovadores que respondan a las nuevas condiciones climáticas del país contribuyendo al aumento de la competitividad y a una adecuada gestión territorial.
- b.** Entre el 80 % y 100 % de las grandes empresas y al menos entre el 60 % y 80 % de las MIPYMES han incorporado transformaciones tecnológicas, productivas y de servicios innovadores que contribuyen a reducir emisiones de GEI o a aumentar la capacidad adaptativa de personas, sectores y territorios al cambio

Áreas de acción para la transición a una Colombia
resiliente: referentes de ambición e instrumentos

climático, provenientes del sistema nacional de CT&I, transferencias tecnológicas, mecanismos de colaboración tecnológica, o de *patent pools* entre empresas, universidades, centros de innovación, escuelas tecnológicas u otras fuentes de manera inclusiva, diferencial y equitativa.

c. Entre el 80 % y 100 % de las empresas públicas y privadas han creado los entornos habilitantes para una continua innovación organizacional que incremente la competitividad y el adecuado manejo territorial para reducir emisiones de GEI (con el apoyo en organismos de validación y verificación de gases de efecto invernadero (OVVGEI) y aumentar la confiabilidad en la medición y seguimiento de las emisiones) o a aumentar la capacidad de adaptación.

d. Entre el 80 % y 100 % de las acciones orientadas a la resiliencia climática disponen de mecanismos para fortalecer las capacidades instaladas de hombres y mujeres en la transición y el manejo de nuevas tecnologías, planteando rutas de transformación especiales para personas adultas mayores y pertenecientes a pueblos indígenas y comunidades afrocolombianas.

e. Colombia asegura la representación mínima de 50 % de mujeres en los escenarios para las transformaciones tecnológicas o productivas que contribuyen a reducir emisiones de GEI o a aumentar la capacidad de adaptación.

f. Entre el 80 % y 100 % de las empresas colombianas han incorporado transformaciones tecnológicas que permiten procesos más eficientes y sostenibles.

03

Educación, formación y sensibilización en cambio climático para fortalecer las capacidades de todas las comunidades y actores involucrados en la transformación nacion-

al hacia la resiliencia climática, que promueva inclusión social, la reconciliación y la igualdad de género

- a.** El 100 % de las instituciones educativas a nivel universitario y técnico del país ofertan y nivelan la participación de hombres y mujeres en programas que responden a las nuevas necesidades diferenciales de los mercados laborales asociados con la transformación productiva para la carbono neutralidad y el fortalecimiento de las capacidades de adaptación en territorios y sectores al cambio climático y los fenómenos meteorológicos extremos.
- b.** El 100 % de los pensum de las instituciones educativas de básica primaria y secundaria integran la dimensión de cambio climático, respetando la autonomía cultural y fomentando la igualdad de género.
- c.** La extensión agropecuaria llegará a entre el 80 % y 100 % de las zonas del país, incluyendo procesos de validación de prácticas ancestrales sostenibles y será un eslabón clave para la implementación y sostenibilidad de los paisajes sostenibles y los sistemas agroalimentarios adaptativos y bajos en emisiones de GEI.

d. Entre el 80 % y 100 % de la población colombiana se considera informada y sensibilizada sobre el cambio climático y sus efectos.

e. Entre el 80 % y 100 % de los centros de investigación y pensamiento, públicos y privados, están fortalecidos para la generación de conocimiento sobre cambio climático a nivel nacional y regional.

04

Aumento en el conocimiento para apoyar la gestión del riesgo por cambio climático y así reducir los daños y pérdidas en las infraestructuras vitales (viviendas, edificaciones escolares y hospitalarias), en los servicios básicos (agua y energía), las telecomunicaciones y en las infraestructuras de energía y transporte

a. Sistemas de monitoreo climático y alertas tempranas con participación y liderazgo de las comunidades locales y funcionando entre el 80 % y 100 % de los municipios del país.

b. Consolidación de sistemas de información que articulen el conocimiento entorno al riesgo de los diferentes sectores, personas y territorios (ejemplo, SIIVRA).

c. Identificación y análisis de información que permita la creación de medidas eficaces y el diseño de protocolos y rutas de atención con enfoque diferencial para la atención y respuesta a las afectaciones causadas a poblaciones vulnerables.

05

Empoderamiento y gobernanza social participativa para la gestión integral del cambio climático, incluyente, con enfoque de género y basada en conocimiento

a. El flujo de conocimiento proveniente del observatorio climático y los centros de investigación y pensamiento hacia los actores relevantes de la gestión territorial para la reducción de GEI y el fortalecimiento de la capacidad adaptativa de largo plazo es recibido por las comunidades de acuerdo a sus necesidades específicas y características diferenciales entre el 80 % y 100 % de los municipios del país.

b. El flujo de recursos provenientes de presupuestos públicos, privados y de la cooperación internacional hacia los actores relevantes de la gestión territorial para la reducción de GEI y la disminución de las brechas de género relacionadas con cambio climático y el fortalecimiento de la capacidad adaptativa de largo plazo en territorios y sectores alcanza a las comunidades en entre el 80 % y 100 % de los municipios del país.

c. Entre el 70 % y 100% de los productores agropecuarios con acceso a información agroclimática promoviendo el acceso equitativo de mujeres, hombres y otras poblaciones vulnerables.

d. Consolidación de la red denominada Red de Asistencia Técnica para el Diagnóstico y la Acción Climática Rural (RADAR) en entre el 80 % y 100 % de los departamentos del país (PIGCC-Agropecuario).

e. Fortalecimiento técnico de entre el 90 % y 100 % de los consejos comunitarios por municipio en la gestión del cambio climático local, liderados por mujeres y hombres que cuentan con capacidades integrales para la gestión del cambio climático local y para la articulación con entidades del orden regional y nacional.

f. Treinta y dos departamentos participando en mesas agroclimáticas y reducción del riesgo climático donde se garantiza la participación equitativa de mujeres y hombres en su diversidad y de personas pertenecientes a comunidades afrocolombianas y pueblos indígenas.





Apuesta 2

Gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos como base de la resiliencia climática para el bienestar colectivo de los colombianos.

06

Transición socioecológica hacia paisajes culturales multifuncionales, reducir la deforestación y degradación de ecosistemas, aumentar la conectividad ecológica y evitar el colapso de los sistemas naturales y socioculturales ante el cambio climático

- a.** Paisajes transformados positivamente para garantizar la oferta de servicios ecosistémicos con el fin de reducir el riesgo climático e incrementar las absorciones y almacenamiento de GEI.
- b.** Reducción de la vulnerabilidad a través de mantener la cero deforestación y la no degradación de los ecosistemas nativos (en mínimo 4.250.000 ha aproximadamente). A su vez, más del 50 % de los bosques naturales estarán bajo manejo

sostenible (entre ellos, programas de forestaría comunitaria) (certificados o con el cumplimiento de buenas prácticas), incluyendo organizaciones lideradas por mujeres, comunidades étnicas y campesinas, entre otras, en todas las regiones del país.

- c.** Restauración ecológica de ecosistemas, al menos 1.300.000 hectáreas, en estado crítico y riesgo (de acuerdo con el *Libro rojo de ecosistemas terrestres de Colombia*) en áreas para favorecer la conectividad ecológica y la oferta de servicios ecosistémicos (control de la erosión, regulación hídrica, microclimática y la captura y almacenamiento de gases efecto invernadero, entre otros).
- d.** Reducción de entre el 70 % y 90 % en la tasa de nuevas introducciones de especies exóticas invasoras, además del control o erradicación de las especies exóticas invasoras a fin de eliminar o



reducir sus impactos en por lo menos entre el 70 % y 90 % de los sitios prioritarios para la adaptación, reducción del riesgo al cambio climático y fenómenos meteorológicos extremos y las áreas de importancia para la mitigación de GEI.

07

Manejo sostenible de ecosistemas marinos, costeros y oceánicos para la resiliencia climática

- a.** Reducción de la vulnerabilidad a través de mantener la cero deforestación de manglares en todo el territorio nacional.
- b.** Los corredores marinos del Caribe suroccidental y del Pacífico este tropical, favorecen la conservación de los ecosistemas a través de la conectividad ecológica, así como los servicios ecosistémicos de captura y almacenamiento de carbono.
- c.** Las dunas de arena, áreas coralinas y otros ecosistemas hacen parte de las soluciones basadas en

Áreas de acción para la transición a una Colombia resiliente: referentes de ambición e instrumentos

la naturaleza para disminuir la vulnerabilidad en entre el 40 % y 60 % de las áreas costeras más expuestas a amenazas ligadas al clima y los océanos.

- d.** Reducción del estado crítico y en riesgo de los ecosistemas marino costeros, de acuerdo con la línea base dada por el *Libro rojo de ecosistemas marino costeros de Colombia* (2020).
- e.** Restauración de entre el 60 % y 90 % de los humedales costeros claves para la conservación (por ejemplo: Ciénaga Grande de Santa Marta, bahía de Cartagena, ciénaga de Mallorquín, ciénaga de la Virgen, entre otros).

08

Gestión integral del agua para la seguridad hídrica futura de todos los colombianos

- a.** Cuencas transfronterizas gestionadas en armonía con los países vecinos para garantizar la seguridad hídrica de los países involucrados.
- b.** Conservación del 100 % de los complejos de páramos delimitados y garantizar la conectividad de y entre bosques ribereños y humedales para garantizar los servicios ecosistémicos de regulación hídrica ante el cambio climático.
- c.** 100 % de implementación de los Planes Estratégicos de Macrocuencas para la reducción de la vulnerabilidad ante fenómenos meteorológicos extremos y el cambio climático.
- d.** Conservación de cuencas abastecedoras de acueductos de todos los municipios del país susceptibles al desabastecimiento por cambio climático y fenómenos meteorológicos extremos.



09

Sistema Nacional de Conservación *ex situ*²⁵ fortalecido y articulado con el sector agropecuario

a. Sistema Nacional de Conservación *ex situ* consolidado para albergar todas las especies amenazadas por cambio climático.

b. Conservación *ex situ* de al menos el 90 % de las especies de fauna, flora y fungi amenazadas por cambio climático y cambios meteorológicos extremos, de las que

al menos el 5 % de ellas se encuentren incluidas en programas de recuperación/reintroducción y restauración (Meta ENCP).

c. Información sobre 30 % de especies de fauna silvestre (exótica y nativa) en iniciativas de conservación *ex situ* con información relevante sobre aspectos zoonóticos y epidemiológicos (biovigilancia) como alertas tempranas.

d. Conservación de la diversidad genética del 50 % de las especies de plantas cultivadas y sus parientes silvestres y fauna silvestre en procesos de cría en cautiverio, asegurados en instalaciones apropiadas para tal fin, y son usadas en procesos de mejoramiento genético e incorporados en sistemas productivos adaptados al cambio climático.

e. Información de registros provenientes de colecciones *ex situ*, de al menos el 90 % de las especies de fauna, flora y fungi, amenazadas por cambio climático y cambios meteorológicos extremos ingresadas en GBIF y las secuencias del 50 % de las especies de plantas, animales y hongos de importancia para la alimentación y la agricultura, en iBoL.

25. Ex situ se define como las condiciones bajo las cuales los individuos están restringidos espacialmente respecto a sus patrones espaciales naturales o las de su progenie, se privan de muchos de sus procesos ecológicos naturales y se gestionan en algún grado por los seres humanos. En esencia, los individuos se mantienen en condiciones artificiales bajo diferentes presiones de selección que los de las condiciones naturales en un hábitat natural (UICN 2014)



Apuesta 3

Producción y consumo sostenible para una economía innovadora e incluyente.

10

Economía circular, que genera nuevas oportunidades de negocios, nuevos empleos, disminuye la generación de residuos y de emisiones de GEI y que permite contar con sistemas productivos más eficientes y respetuosos del ambiente

1. Cierre de ciclo de materiales y valoración de residuos

a. Promover a través de la innovación y la simbiosis industrial, así como de medidas habilitantes, el cierre de ciclo de materiales y la valoración de residuos. Esto incluye materiales industriales y productos de consumo masivo, materiales de envases y empaques, flujos de agua, energía y biomasa, materiales de construcción, y textiles. Al

2050, Colombia habrá logrado las siguientes tasas de aprovechamiento:

- 50 % del material textil.
- 50 % de cemento y hormigón.
- 80 % de papel, cartón, celulosa.
- 60 % de plásticos.
- 90 % de acero.
- 40-50 % de vidrio.
- 40-50 % de madera.

b. Para alcanzar parte de estos objetivos se requerirá la inclusión del reciclaje y el aprovechamiento de minerales estratégicos de los procesos de transición energética y de materiales pétreos propios de la construcción de edificaciones neutrales en carbono. Este

concepto de economía circular en el sector minero está vinculado al esquema de minera climáticamente inteligente cuyo objetivo es integrar medidas de mitigación de GEI (inclusión de energías renovables en el sector, nuevas formas de extracción basada en innovación y sostenibilidad y eficiencia energética en toda la cadena de valor), adaptación al cambio climático (empleando soluciones basadas en la naturaleza y *Forest-Smart Mining* con el fin de reducir los impactos de la actividad).

2. Ecodiseño y mayor durabilidad de bienes y servicios

- a.** Impulsar la innovación hacia diseños inteligentes, que faciliten el desensamblaje y la reutilización o reciclaje de productos que contemplen el uso de materiales reciclados, uso de biomateriales u otros materiales con menor impacto a través de todo su ciclo de vida, en los sectores industrial y de construcción.
- b.** Promover el diseño de productos de mayor durabilidad, con un acompañamiento al sector privado para la reori-

entación de sus modelos de negocio y la inclusión de servicios complementarios.

3. Reemplazo de productos por servicios, plataformas compartidas y nuevos modelos de negocios

- a.** Promover el desarrollo de negocios que permitan el reemplazo de productos por servicios (por ejemplo, alquiler de maquinaria en vez de venta de maquinaria), así como el desarrollo de plataformas de uso compartido (carros y bicicletas de alquiler, ropa y accesorios de alquiler, espacios de oficina compartidos, entre otros).

4. Información y seguimiento para la economía circular

- a.** En línea con el Sistema de Información de Economía Circular liderado por el DANE, definir indicadores diferenciales, así como las fuentes de información para el seguimiento y evaluación de los avances en materia de economía circular en los cuatro ejes de esta opción de transformación.

11

Bioeconomía y negocios verdes para el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos

1. Fortalecimiento de las capacidades institucionales para la bioeconomía

- a.** Fortalecer las capacidades de las entidades del orden nacional y territorial (departamental y municipal) para una mejor comprensión del concepto de bioeconomía y el potencial para su desarrollo en el país. Esto acompañado del desarrollo y fortalecimiento de capacidades para la formulación e implementación de proyectos relacionados con la bioeconomía (proyectos de investigación, investigación aplicada, o que promuevan el desarrollo de negocios).

2. Fortalecer las capacidades de investigación, desarrollo, e innovación en bioeconomía y facilitar la colaboración y la transferencia de conocimientos y tecnologías

- a.** Fortalecer las capacidades de investigación, desarrollo e innovación en bioeconomía a través de la promoción de las carreras STEM (ciencia, tecnología, matemáticas e ingenierías), la conformación de grupos de investigación en universidades públicas y privadas, las expediciones científicas, el desarrollo de laboratorios certificados y la protección de la propiedad intelectual, fomentando la formación e incorporación de mujeres en los procesos de investigación e innovación.

3. Aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y mejoras en la competitividad

- a.** Promover el desarrollo de empresas y negocios en sectores estratégicos en bioeconomía (agricultura, bioquímica, farmacéutico y cosmético, bioenergía). Estos programas deberán ir acompañados de asistencia técnica y promoción de la igualdad de género y los vínculos entre empresas para la transferencia/aplicación de tecnologías. Asimismo, promover negocios basados en la biodiversidad o conocimiento cultural en zonas rurales y de forma conjunta con las comunidades (indígenas, afros, organizaciones de mujeres, entre otros) y bajo el respeto de su cultura y costumbres. Al 2050, la bioeconomía aportará el 20 % del producto interno bruto (PIB) del país.
- b.** Definir una línea base y para el monitoreo de cómo el desarrollo de la bioeconomía afecta la biodiversidad. Se deberá caracterizar el elemento aprovechable, su ubicación y cómo su aprovechamiento afecta (positiva y negativamente) su entorno natural y social.

4. Fortalecimiento de capacidades para los negocios verdes

- a.** Desarrollar programas de asistencia técnica para nuevos modelos de negocios en economía

circular, bioeconomía y negocios verdes (a través de las cámaras de comercio, el SENA, las agremiaciones, las universidades). La construcción de capacidades incluirá el desarrollo de metodologías con enfoque diferencial, capacitaciones en las nuevas regulaciones vigentes, instrumentos y fuentes de financiamiento y diseño de proyectos.

- b.** Fortalecer las estrategias y canales de comercialización para los negocios verdes. Las estrategias deberán tener en cuenta el enfoque diferencial y los negocios de las comunidades rurales. Al 2050, el número de empresas dedicadas a la bioeconomía, la economía circular y los negocios verdes habrá aumentado significativamente (entre el 80 % y 90 %) frente a la línea base de 2020.

5. Fortalecimiento del turismo sostenible y ecoturismo

- a.** Fortalecer el sector de turismo sostenible: lineamientos de política, capacitaciones al sector, asistencia técnica, líneas de crédito, incentivos económicos y financieros. El apoyo al sector deberá tener en cuenta las particularidades de los territorios y enfoque diferencial. Esto deberá resultar en la ampliación de las líneas turísticas en las que el país se podría especializar (en articulación con la política de turismo sostenible: Unidos por la Naturaleza). En 2050 Colombia se habrá posicionado a nivel global como un destino para el turismo sostenible, científico y de naturaleza y el ecoturismo.
- b.** Aumentar la oferta de formaciones que permitan trabajar en el ecoturismo, turismo científico y turismo sostenible, incluyendo la participación activa de las comunidades, en particular de mujeres, en este sector a partir del uso de nuevas tecnologías.
- c.** El ecoturismo, turismo de naturaleza y científico se hace de la mano de las comunidades, bajo el respeto de las formas de vida de las comunidades indígenas y afrodescendientes.



6. Desarrollo de agricultura sostenible y de precisión

- a.** Fortalecer las capacidades en el sector agropecuario para la adopción de mejores prácticas *Climate Smart Agriculture* para la adaptación al cambio climático, así como de nuevas tecnologías de precisión para la agricultura. La construcción de capacidades para la adopción de mejores prácticas y tecnología tendrá en cuenta facilidades para su adopción (financiamiento, conocimiento), un enfoque diferencial y territorial y valorará conocimiento de comunidades.
- b.** Desarrollar cadenas productivas con mayor valor agregado e instalación de capacidades en las zonas rurales para la transformación de productos agrícolas (por ejemplo: producción de harina de yuca, almidón, etcétera).
- c.** En 2050 el sector agropecuario habrá integrado el uso de tecnologías y mejores prácticas agrícolas sostenibles, así como desarrollado cadenas productivas de mayor valor agregado, lo que le ha permitido aumentar su competitividad.

12

Criterios de sostenibilidad hacen parte integral de las decisiones de consumo del Estado, de empresas y de los hogares colombianos, generando un impacto ambiental y social positivo

1. Fortalecimiento de las compras públicas sostenibles (CPS)

- a.** Fortalecer a través de capacitaciones en las entidades del orden nacional y territorial, y de nuevos acuerdos marco, los procesos de compras públicas sostenibles, de tal forma que al 2050 el 100 % de las entidades públicas del orden nacional, y por lo menos el 70 % de las entidades

territoriales, hayan internalizado criterios de sostenibilidad en sus procesos de adquisición.

- b.** Informar y sensibilizar los proveedores del Estado sobre criterios de sostenibilidad y CPS, de tal forma que se puedan preparar y adaptar a la nueva demanda. En 2050 habrá aumentado de entre el 60 % y 80 %, frente a la línea base de 2020, el número total de proveedores que incluye criterios de sostenibilidad en su oferta de bienes y servicios.

- c.** Al 2050, las CPS han logrado tener una incidencia en el aumento de la oferta de bienes y servicios sostenibles en la economía nacional.

2. Promoción de compras sostenibles en el sector privado

- a.** Informar y sensibilizar sobre compras sostenibles al sector privado (conceptos, herramientas, importancia y beneficios) y desarrollar incentivos financieros o tributarios para su adopción. En 2050 el número de empresas comprometidas con la aplicación de criterios de sostenibilidad en sus procesos de adquisición habrá aumentado en un 50 % con respecto a la línea base de 2020.

3. Fortalecimiento de ecoetiquetado y sellos ambientales para bienes y servicios

- a.** Desarrollar campañas informativas y de sensibilización para que un mayor número de consumidores y empresas conozcan el sello ambiental colombiano (SAC), así como otros sellos ambientales, de género o sostenibles. En 2050, el número de empresas adheridas al SAC ha aumentado en un 50 % y número de consumidores que conocen el SAC y otros sellos de sostenibilidad ha aumentado entre el 70 % y 80 % respecto a la línea base de 2020.



13

Estilos de vida sostenibles integrados a las decisiones de alimentación, vivienda, movilidad, ocio y bienes de consumo que generen dinámicas sostenibles de largo plazo

1. Seguimiento, evaluación y monitoreo de los estilos de vida sostenibles

- a.** Definir una línea base e indicadores de seguimiento y evaluación que permitan visualizar los cambios en los patrones de consumo de hombres, mujeres y hogares en materia de alimentación, vivienda, movilidad, bienes de consumo y ocio, con relación a sus efectos para la sostenibilidad. En 2050 el país cuenta con un sistema de información sobre los estilos de vida sostenibles, incluyendo zonas urbanas y rurales, que permite orientar la toma de decisiones y medir los impactos de los estilos de vida sostenibles sobre la mitigación y adaptación al cambio climático.

2. Promoción de una alimentación sostenible y saludable

- a.** Informar y sensibilizar a los hogares sobre la importancia de llevar una alimentación saludable y sostenible. Se promoverán los bancos de alimentos en todas las regiones del país y se definirá una guía nacional de directrices dietéticas que establezca una dieta nutritiva, saludable, diversificada y sostenible para la población, que también guíe las opciones del menú en instituciones públicas como escuelas, universidades y hospitales. En 2050, entre el 50 % y 60 % de los hogares colombianos reportan llevar dietas saludables y sostenibles y se ha garantizado la seguridad alimentaria en los departamentos más vulnerables del país.



3. Promoción de viviendas sostenibles y mejores prácticas en los hogares

- a. Promover la construcción de viviendas sostenibles desde los sectores públicos y privados y sensibilizar a los hogares sobre los beneficios de este tipo de viviendas.
- b. Informar y sensibilizar sobre mejores prácticas en los hogares, urbanos y rurales, como por ejemplo en el uso eficiente del agua y la energía, en la gestión de residuos, la selección de electrodomésticos eficientes, entre otros. En 2050, entre el 70 % y 90 % de los hogares reporta llevar a cabo actividades para tener una vivienda más sostenible.

4. Promoción de una movilidad sostenible

- a. Promover alternativas de movilidad sostenible (transporte público, bicicleta, vehículos eléctricos) así como asegurar la infraestructura necesaria para que los ciudadanos puedan adoptar una movilidad sostenible (transporte público eficiente, ciclorutas, estaciones de carga eléctrica para vehículos). En 2050, entre el 40 % y 50 % de la población de las ciudades capitales se moviliza en medios de transportes inclusivos y alternativos para desplazarse a sitios de trabajo o estudio.

5. Promoción de hábitos de consumo sostenibles

- a. Desarrollar programas de información y sensibilización para consumidores sobre criterios de sostenibilidad en el consumo de bienes y servicios y su importancia, así como las opciones en los hábitos de consumo (bienes compartidos, consumir lo necesario y criterios en línea con la economía circular, entre otros). En 2050, el número de colombianos que reporta tener en cuenta criterios de sostenibilidad al momento de consumir ha aumentado entre el 40 % y 60 % respecto a línea base de 2020.

6. Promoción de la sostenibilidad en los momentos de ocio

- a. Desarrollar programas de información y sensibilización sobre criterios de sostenibilidad a ser tenidos en cuenta al momento de planear actividades en el tiempo libre (viajes, pasatiempos, fiestas, etcétera) y promover actividades/experiencias de bajo impacto agradables para el ocio (jardinería, visitar parques, museos locales, teatro, ciclismo, voluntariado, picnic). En 2050, el número de colombianos que reportan tener en cuenta criterios de sostenibilidad al momento de planear sus tiempos libres (vacaciones, fiestas, etcétera) ha aumentado entre el 50 % y 70 % respecto a la línea base de 2020.



Apuesta 4

Transición justa de la fuerza laboral que mejora la calidad de vida y la inclusión social y económica de la población, garantizando no dejar a nadie atrás.

14

Formulación, seguimiento y monitoreo de una estrategia nacional para la transición justa de la fuerza laboral al 2050

- a. En línea con la estrategia nacional para la transición justa de la fuerza laboral (TJFL) establecida en el marco de la NDC (debe definirse en 2023), definir los indicadores de seguimiento, monitoreo y evaluación a la implementación de las transformaciones nacionales en materia de TJFL en el largo plazo, con enfoque diferencial (territorial, étnico y de género). Se deberán investigar y evaluar las repercusiones sociales y económicas de la transición laboral en los principales sectores relevantes para alcanzar la carbono neutralidad. Dichos estudios deberán servir de línea base para el seguimiento a la transición laboral y deberán incorporar un enfoque territorial, intergeneracional, diferencial y de género.

15

Adaptar la oferta educativa y la formación para el empleo en el marco de la carbono neutralidad

- a. Aumentar el número de programas de pregrado (técnico, tecnológico y profesional) y posgrado (especialización, maestría y doctorado) afines a sectores clave para la carbono neutral-

idad (economía circular, bioeconomía, energías renovables, ciencia, tecnología e innovación), así como adaptar los programas existentes en línea con las necesidades del mercado laboral, en todos los centros educativos en todas las regiones del país. Se deberá incentivar la participación femenina en carreras STEM (ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas).

b. Ajustar los pensum de formación y actualización para docentes para que puedan desarrollar herramientas pedagógicas efectivas con enfoque de género y en línea con el desarrollo de un país carbono neutral y resiliente al clima.

c. En 2050, el país cuenta con programas educativos y de formación para el empleo, incluida la continua capacitación pedagógica, didáctica, con sensibilización de género, de docentes que responden a las necesidades del mercado laboral en los sectores relacionados con la carbono neutralidad y la resiliencia climática.

16

Creación de condiciones para la transición justa de la fuerza laboral y la generación de empleos verdes

a. Apoyar y acompañar al sector privado para fomentar la TJFL: construcción de capacidades en el sector privado y en las organizaciones sindicales para una mejor comprensión de los empleos verdes, incentivando la participación de las mujeres y el reconocimiento a la importancia de la TJFL. Se deberá incluir un apoyo particular a las MIPYMES. En 2050, las empresas del país, incluidas las MIPYMES, serán generadoras de empleos verdes y habrán participado activamente de la transición justa laboral.

b. Fomentar el diálogo social entre empresas y trabajadores de tal forma que se identifiquen rutas consensuadas para la transición laboral tanto de hombres como de mujeres.



c. Promover la formalización del empleo en los sectores más vulnerables en la transición hacia una economía carbono neutra y resiliente al clima (por ejemplo: agricultura, transporte, reciclaje). En 2050, la informalidad laboral en el país se reduce a la media de los países OCDE.

17

Inversiones e incentivos para la creación de empleos verdes

a. Crear incentivos económicos para fomentar la creación de empleos verdes en grandes, medianas y pequeñas empresas, teniendo en cuenta criterios de género e inclusión. Al 2050, los empleos verdes representan el 45 % de los empleos del país y cuentan con participación de mujeres en roles no tradicionales.

b. Estudiar la factibilidad del establecimiento de un fondo específico para el financiamiento de proyectos relacionados con la TJFL que incluya marcadores presupuestales de género e inclusión. En 2050, las inversiones e incentivos habrán fomentado la creación de 150.000 empleos verdes a nivel nacional.



Apuesta 5

Desarrollo rural, marino y costero, diferenciado por las distintas regiones del país, integrado a las ciudades y sectores, resiliente a la variabilidad y al cambio climático que aumenta y favorece la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, evita la deforestación y garantiza la seguridad alimentaria y nutricional de la población colombiana.

18

Paisajes agropecuarios para aumentar la capacidad adaptativa de sus habitantes y la reducción significativa de las emisiones de GEI y del riesgo a través de una planificación territorial multifuncional

a. La frontera agrícola se ha estabilizado y no hay ampliación de la misma.

b. Reconversión y sustitución del 100 % de los sistemas productivos de alto impacto en ecosistemas estratégicos para la reducción del riesgo climático y la captura y almacenamiento de gases efecto invernadero.

c. Reducción de la degradación de suelos por salinización, erosión y desertificación de grado severa y muy severa.

d. Reconversión de paisajes agroindustriales y agropecuarios hacia paisajes regenerativos que incrementaron la conectividad ecológica de los ecosistemas nativos para favorecer los servicios ecosistémicos asociados a la regulación hídrica y microclimática, dispersión de semillas y polinización, así como captura y almacenamiento de GEI.

e. Entre el 70 % y 100 % de los niños, niñas, jóvenes, colectivos juveniles y organizaciones de mujeres, entre otros, fortalecerán sus capacidades en adaptación y reducción del riesgo climático

en las áreas rurales para salvaguardar el conocimiento y prácticas tradicionales y ancestrales.

f. Consolidar cooperativas con paridad de género por municipio que implementen medidas de adaptación y reducción del riesgo climático a escala local y de paisaje para el bienestar colectivo de sus miembros ante el cambio constante del clima.

19

Sistemas agroalimentarios sostenibles y con alta capacidad de adaptación para garantizar el bienestar humano y colectivo

a. Cultivos de importancia para la seguridad alimentaria y las exportaciones deberían aumentar su productividad entre 30 % y 50 % de manera sostenible y baja en carbono respecto a los valores en 2021.

b. Dieciséis sistemas productivos con prácticas de uso eficiente de fertilizantes nitrogenados de síntesis química.

c. Reducción de la huella hídrica en ocho sistemas agroalimentarios.

d. Entre el 20 % y 50 % del área total bajo sistemas agroalimentarios estarán asegurados contra fenómenos meteorológicos extremos exacerbados por cambio climático con respecto al total del área sembrada.

e. Más del 60 % de las organizaciones de pequeños productores consolidadas como productores de semillas, en línea con la implementación del Plan Nacional de Semillas.

f. Entre el 70 % y 90 % de los territorios étnicos (reservas indígenas, palenqueras, afrocolombianas, etcétera) han implementado sistemas agroalimentarios con alta capacidad

de adaptación gracias al conocimiento tradicional y ancestral de sus comunidades locales.

20

Prácticas de conservación integral en los agroecosistemas (biodiversidad, suelos, agua) que detengan la degradación de suelos e incrementen la integridad ecológica, abarcando diferentes fuentes y sistemas de conocimiento

a. Todos los sistemas agroalimentarios con módulos de consumo de agua estimados y aplicados diferencialmente en las cadenas de producción.

b. Entre el 70 % y 90 % de las UPA han implementado estrategias de reducción del riesgo (bajo soluciones basadas en la naturaleza) a escala predial (con visión de paisaje) por variabilidad y cambio climático.



21

Sistemas pecuarios sostenibles y bajos en carbono

a. Entre el 50 % y 70 % de los pequeños productores ganaderos bajo esquemas de incentivos o instrumentos económicos y financieros para una ganadería baja en carbono y adaptada al clima.

b. Entre el 70 % y 80 % de ganadería bovina sostenible para favorecer los servicios ecosistémicos de absorciones y almacenamiento de GEI y reducir la vulnerabilidad de la producción de carne y leche ante fenómenos meteorológicos extremos y el cambio climático.

c. Entre el 70 % y 90 % de la carne y leche (y sus derivados) tendrán medidas de trazabilidad pecuaria.

d. Entre el 50 % y 90 % de los sistemas pecuarios cuentan con certificación y acreditación de ganadería sostenible y baja en carbono.

e. Cambio en la productividad promedio de los sistemas ganaderos dentro de la frontera agrícola de Colombia hacia la sostenibilidad, entre el 70 % y 100 %.

f. Cambios en tecnología para ganadería bovina: ≥ 2 cabezas de ganado por hectárea con una tasa de extracción del 20.4 %

g. Liberación de entre el 20 % y 40 % del área usada para ganadería destinarla para otros usos: restauración de ecosistemas naturales, plantaciones forestales, entre otros, cuyo objetivo principal sea la captura y almacenamiento de GEI.

h. Entre el 70 % y 100 % de las asociaciones de ganaderos firman y cumplen acuerdos de no alteración de humedales.

22

Manejo de pesquerías con criterios de desarrollo rural basado en los servicios ecosistémicos y la recuperación del bienestar de las comunidades

- a. Entre el 70 % y 100 % de los pescadores artesanales cumplan con los procedimientos, métodos o artes que garantizan la sostenibilidad de la pesca gracias a los proyectos de seguridad alimentaria y de fomento de alternativas económicas.
- b. Entre el 70 % y 100 % de los stocks de pesca en aguas marinas y oceánicas de Colombia son aprovechadas de manera sostenible y responsable.
- c. Transformación tecnológica de la flota pesquera industrial para incrementar la efectividad, la selectividad de los métodos de pesca y para reducir la fracción de descarte e incidental.
- d. Reducción significativa de las emisiones de carbono asociadas a la pesquería industrial.

23

Acuicultura²⁶ creciente sostenible y baja en carbono

- a. Reducción significativa de las emisiones de carbono asociadas a la acuicultura.
- b. Entre el 70 % y 90 % de iniciativas de acuicultura certificadas en sostenibilidad y buenas prácticas de producción, procesamiento y comercialización que mejoren la productividad, con beneficio ecológico.

26. La implementación de tecnología en la acuicultura debe garantizar un mejoramiento genético y la comida del animal.

- c. Entre el 60 % y 80 % de iniciativas de acuicultura con especies nativas herbívoras con programas de repoblamiento de especies nativas y evaluación de las posibilidades de consecución de los alevines.

24

Economía forestal competitiva, pujante y sostenible que contribuya a mejorar el bienestar humano y la reducción de la deforestación y degradación de bosques

- a. Más de dos millones de hectáreas de plantaciones forestales comerciales con salvaguardas ambientales y sociales implementadas para favorecer las absorciones de GEI.
- b. Entre el 46 % y 55 % de los bosques naturales bajo planes de conservación y uso sostenible vinculado al restablecimiento y fortalecimiento de los conocimientos tradicionales y reconociendo las estructuras de gobernanza forestal local para la conservación de los stocks de carbono y de otros servicios ecosistémicos importantes para la adaptación al cambio climático.
- c. Entre el 80 % y 100 % de la madera vendida tendrá la trazabilidad clara de su producción y comercialización.
- d. Entre el 50 % y 70 % de las empresas forestales estarán certificadas y sometidas a ordenación sostenible con efectos comprobados en la conservación de la diversidad biológica, captura de GEI o reducción del riesgo por cambio climático y fenómenos meteorológicos extremos.
- e. El número y capacidad de los viveros comunitarios habrá aumentado entre un 50 % y 70 % en todo el país, para la producción de especies nativas que aporten a la restauración de ecosistemas nativos.



Apuesta 6

Ciudades regiones con un desarrollo urbano integral para su sostenibilidad ambiental, que fomente la diversidad, equidad, conectividad y productividad, con una gobernanza urbana robusta para la gestión eficiente de sus recursos y del cambio climático, junto con una ciudadanía con patrones sostenibles de consumo, participativa e incidente.

25

Crecimiento urbano ordenado y planeación efectiva local y regional

- a. El 100 % de las ciudades cumplen las metas trazadas en su desarrollo urbano para la optimización del suelo ya construido, el mejoramiento de la infraestructura y la planificación efectiva a través de procesos de ordenamiento y planeación del territorio articulados, ajustados de acuerdo a escenarios de amenazas por cambio climático y que integran dentro de los determinantes ambientales al cambio climático.

- b. Todos los instrumentos de planificación y ordenamiento del territorio desarrollan una planificación urbano rural para que los suelos de protección y el suelo rural incorporen consideraciones de cambio climático.
- c. El 100 % de municipios reducen la vulnerabilidad de los asentamientos localizados en zonas de alto riesgo climático mitigable.
- d. Las ciudades cuentan con bordes urbanos seguros para la creación de espacios

de amortiguación entre las áreas con un nivel moderado o superior de amenaza o riesgo y las áreas urbanas, incorporando soluciones basada en la naturaleza, estabilización de taludes y medidas de infraestructura gris.

e. El país cuenta con redes de ciudades a partir de procesos de planificación regional para el intercambio de experiencias, transferencia de conocimiento y consolidación de patrones adecuados de planificación y ordenamiento de los territorios.

26

Gestión integral de recursos y residuos para contribuir al fomento de la economía circular

a. Reducción de la cantidad de residuos sólidos municipales destinados a disposición final a través de técnicas para la prevención, reutilización, aprovechamiento (reciclaje) y tratamiento con utilización de tecnologías emergentes. El 35 % de los residuos sólidos de la actividad de recolección, tratamiento y eliminación de residuos son dispuestos en vertederos controlados.

b. Generación de energía a partir de la termovalorización de residuos (WTE) para minimizar el uso de los rellenos sanitarios.

c. El porcentaje de aguas residuales urbanas tratadas alcanza un 80 %, con plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) altamente eficientes y con sistemas de manejo de biogás, tanto en línea de tratamiento de aguas como en digestión de lodos.

d. El 100 % de las áreas urbanas y periurbanas implementan estrategias y medidas de

adaptación al cambio climático para asegurar la conservación de ecosistemas estratégicos que conlleven a una gestión integral del ciclo del agua y la seguridad hídrica.

27

Sistemas de movilidad centrados en la calidad, accesibilidad y reducción de externalidades negativas del transporte

a. Los proyectos de revitalización de la ciudad y desarrollo de nuevas áreas utilizan un enfoque de desarrollo orientado al transporte para alcanzar un porcentaje de participación del 70 % de los modos de transporte activo, compartido (incluyendo el transporte público colectivo y masivo) y de micromovilidad y la reducción del VKT (vehículo kilómetro viajado) en vehículos privados.

b. El 100 % de los nuevos proyectos de transporte urbano incorporan componentes del



27. Las tecnologías bajas y muy bajas emisiones se entenderán como aquellas superiores al estándar mínimo requerido en la legislación vigente.

desarrollo orientado al transporte, 100 % de los proyectos de vivienda de interés prioritario cofinanciados por la nación y 100 % de los proyectos de vivienda de interés social cuentan con conectividad a los sistemas de transporte urbano o a redes de transporte sostenible.

c. Entre el 80 % y 100 % de las grandes e intermedias ciudades (primera categoría y especial) optimizan la logística de la carga urbana.

d. Entre el 80 % y 100 % de los vehículos en las categorías: vehículos de pasajeros urbano (bus, buse-ta, microbús, padrón, articulado y biarticulado) y vehículos oficiales tienen tecnología cero o bajas emisiones²⁷ (eléctrico, hidrógeno, biogás, etcétera).

e. La infraestructura de transporte urbana y periurbana incorpora lineamientos de gestión del riesgo y cambio climático e implementa soluciones basadas en la naturaleza (SbN) en sitios críticos para reducir los daños y pérdidas por cambio climático y fenómenos meteorológicos extremos.

28

Edificaciones altamente eficientes y adaptadas al cambio climático que en su ciclo de vida y la interacción con el entorno genera un balance neto de emisiones de carbono igual a cero

a. El 100 % de las edificaciones nuevas, infraestructura y renovaciones generan cero emisiones de carbono incorporado. El 100 % de las edificaciones nuevas y existentes neto cero en carbono operacional.

b. El 100 % de las licencias de construcción incorporan estudios de vulnerabilidad y riesgo al cambio climático/fenómenos meteorológicos extremos y establecen las medidas de adaptación y gestión del riesgo a desarrollar con el

proyecto, incluyendo como requerimiento el cumplimiento del estándar para edificaciones neto cero en edificaciones nuevas y existentes.

c. El ciclo de vida de las nuevas edificaciones re-incorpora residuos de construcción y demolición (RCD) aprovechables para alcanzar un 75 % de residuos de construcción y demolición (RCD) aprovechables en el peso total de los materiales usados. Para alcanzar estos objetivos se requerirá el suministro de minerales y materiales de construcción tales como agregados pétreos. Se promoverá la explotación de estos recursos bajo nuevas formas de extracción basadas en innovación, sostenibilidad y eficiencia energética. De igual manera, estos recursos serán esenciales en las metas de Colombia establecidas a través del programa neto cero carbono (NCC) liderado por el Consejo Mundial de Construcción Sostenible (WorldGBC), donde se establece que todas las edificaciones nuevas serán *Net Zero* a partir del 2030 y todas las edificaciones existentes serán *Net Zero* a partir de 2050, esto a través de cadenas de suministro bajas en carbono o compensaciones.

29

Soluciones basada en la naturaleza en las ciudades y en las regiones para regenerar, restaurar y ampliar el capital natural

a. La funcionalidad socioecológica es el estructurante del ordenamiento territorial y el condicionante del desarrollo urbano para la reducción del riesgo por cambio climático y de daños/pérdidas en infraestructura vital urbana y suministro de servicios públicos. El 100 % de los municipios de categoría especial, el 100 % de categoría 1 y el 50 % de categoría 2 por debajo de los 1600 m. s. n. m. tendrán nueve metros cuadrados de área verde por habitante.

b. En todas las ciudades se incrementa la cantidad, calidad y funcionalidad de las infraestructuras verdes públicas y privadas, integrando enfoque de género para impulsar los servicios ecosistémicos relacionados con captura de GEI, regulación hídrica, control de la erosión, regulación microclimática, entre otros, claves para la adaptación y la reducción del riesgo.

c. La implementación de medidas de adaptación basada en ecosistemas e infraestructura gris en las áreas urbanas y periurbanas reduce entre el 80 % y 90 % de los daños en la infraestructura vital y en la infraestructura asociada a energía y agua.

30

Autogeneración con fuentes renovables de energía y la adaptación a los cambios de temperatura con climatización sostenible

a. Entre el 8 % y 15 % de la demanda de energía es cubierta a partir de la autogeneración con fuentes renovables de energía. Para favorecer la generación distribuida y descentralizada se han desarrollado microrredes, almacenamiento y VE recargan e inyectan en la red.

b. Las ciudades cuentan con zonas de desarrollo industrial en donde se configuran esquemas propios de abastecimiento y donde la red nacional sirve de respaldo.

c. Implementación de sistemas de medición inteligente y diferencial en 100 % de los usuarios (residencial, salud, educación, comercial e institucional).

d. 100 % de las ciudades implementan distritos térmicos u otras soluciones de

climatización sostenible para su adaptación a los cambios de temperatura.

31

Gobernanza de la movilidad humana como estrategia para la gestión de los impactos del cambio climático

a. Sistema de información y conocimiento de los patrones de movilidad humana y su relación con los impactos del cambio climático.

b. Los movimientos humanos asociados a eventos climáticos se gestionan de manera que se reduce la vulnerabilidad en lugares de origen y destino, promoviendo una respuesta institucional con enfoque de género, diferencial y de protección de los derechos humanos de las personas expuestas al riesgo de desplazamiento.

c. Los mecanismos de participación y protección efectiva de las personas desplazadas por desastres y que migran en el contexto de los impactos asociados al cambio climático, logran reconocer los impactos diferenciados en hombres y mujeres y generar procesos duraderos de reducción de la vulnerabilidad, fortalecimiento de capacidades y de gestión del cambio climático.

d. Directrices, estrategias y proyectos en los instrumentos de los sistemas nacionales de gestión del riesgo de desastres y de adaptación al cambio climático para la gestión de la movilidad humana en el contexto de eventos asociados al cambio climático.

e. Estrategia nacional de poblamiento para armonizar la planificación territorial en pro de la protección e inclusión de las comunidades desplazadas y migrantes y de la creación de territorios seguros y resilientes a los impactos del cambio climático.



Apuesta 7

Matriz energética diversificada para atender la demanda a través de fuentes renovables y que permitirá el acceso a recursos limpios y al uso de tecnologías más eficientes.

32

Electrificación de la economía y eficiencia en todos los procesos de transformación energética y de uso final

a. En 2050, Colombia prevé que bajo condiciones costo efectivas la electrificación de la matriz pase del 18 % hasta 26 %, aunque la trayectoria para la carbono neutralidad muestra que la participación de la energía eléctrica debería estar entre el 40 % y 70 % de los usos finales.

b. El parque generador tiene la posibilidad de acercarse a la carbono neutralidad en 2050 a través de la generación con fuentes renovables, el almacenamiento, la eficiencia energética, el hidrógeno, la captura de carbono y otras estrategias de compensación.

c. En 2050, gracias al potencial eólico, solar y otros, se alcanzaría una composición de la matriz eléctrica sustentada en fuentes renovables con niveles de un factor de emisión del orden de 26 g CO₂ por kWh e incluso apostar a escenario más optimista de 1 g CO₂ por kWh.

d. El hidrógeno alcanzaría la madurez tecnológica y se integra en la cadena de suministro para la electrificación de la economía.

e. La generación con combustibles fósiles adopta estrategias de eficiencia energética e integra sistemas de CCUS y otras estrategias de compensación, para lograr la carbono neutralidad operativa.

f. En 2050 se adoptan las mejores tecnologías disponibles (BAT) en todos los usos finales de energía, con un impacto de entre 40 % y 60 % de la reducción de demanda y de emisiones asociadas.



g. La diversificación minera (por ejemplo: níquel, cobre, oro, litio, cobalto) jugará un papel importante como proveedor de materias primas en los procesos de electrificación y transición energética.

33

Generación eléctrica distribuida y descentralizada a través de redes inteligentes para incorporar agentes público privados en la producción de electricidad más cerca de los puntos de consumo y optimizar el acceso continuo a la electricidad por todos los usuarios

a. El 100 % de las personas usuarias tiene acceso a la energía eléctrica. El abastecimiento en los centros aislados se realiza con fuentes renovables, almacenamiento y microrredes.

b. Los reglamentos de construcción adoptan criterios de autosuficiencia energética para las nuevas construcciones.

c. Se instalarán paneles solares para producción de electricidad en el 100 % de edificios nuevos en las regiones que tengan potencial.

34

Energías renovables distribuidas según las regiones con mayor potencial para la generación de cada una de las tecnologías y conectadas a la red nacional mediante transmisión HVAC-corriente alterna y de HVDC-corriente continua

a. El sistema de transmisión nacional estará reforzado para incorporar nuevas tecnologías y garantizar la confiabilidad del suministro eléctrico.

b. Las áreas metropolitanas estarán abastecidas por parques solares y eólicos construidos en regiones aledañas.

c. Los parques solares y eólicos se integran de manera sostenibles con las actividades productivas en las regiones de influencia.

35

Digitalización para incorporar nuevos equipamientos en el uso final y en la gestión automatizada de redes

a. Las redes de distribución y transmisión se automatizan al 100 %.

b. Nuevos modelos de negocios permiten la integración de recursos energéticos distribuidos en zonas urbanas y rurales.

c. La transición justa de la fuerza laboral permite que las personas trabajadoras de la industria energética conformen nuevas empresas de producción energética a partir de recursos renovables.

d. Reducción de los tiempos de respuesta ante eventos externos en la cadena de suministro de energía.

e. Implementación de dispositivos digitales para automatizar la demanda de energía de forma eficiente.

36

Las plantas termoeléctricas a carbón y gas adoptan tecnologías de captura y almacenamiento de carbono (CCUS) y estrategias de compensación para ser competitivas a 2050

a. Las centrales termoeléctricas integran procesos de eficiencia energética, uso, captura y almacenamiento de carbono y siguen formando parte del parque de generación nacional.

b. Se habilitan incentivos o acuerdos voluntarios para que las empresas y proyectos térmicos puedan aprovechar los terrenos para el uso de fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER) o sistemas avanzados de almacenamiento de electricidad en baterías.

c. Las centrales termoeléctricas que terminan su vida útil en 2050 o antes, se desmantelan.

37

Gestión del paisaje (entorno) multifuncional para favorecer servicios ecosistémicos y la reducción de riesgo por amenazas climáticas en la generación y transmisión de energía y la explotación sostenible de minerales

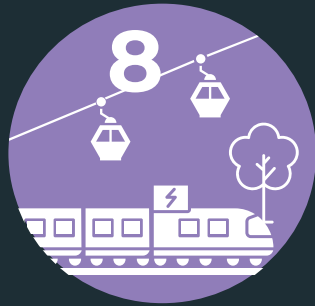
a. Reducción de las pérdidas operacionales derivadas de posibles impactos del clima cambiante, en más del 50 % de los puertos utilizados para la exportación e importación de energéticos a través de la implementación de medidas de adaptación basada en infraestructura, ecosistemas, tecnologías o comunidades.

b. El 100 % de los instrumentos de planeación del sector minero energético con variables de cambio climático incorporadas y que aporten al fortalecimiento de la capacidad de adaptación de los sistemas energéticos.

c. Esfuerzos mancomunados para reducir los daños y pérdidas relacionados con el cambio climático en más del 50 % de las vías por donde se transportan los hidrocarburos y minerales.

d. Cuencas hidrográficas con influencia o influenciadas por las acciones del sector minero energético con medidas de adaptación (idealmente SbN) implementados de manera voluntaria por las empresas del sector minero energético y orientadas hacia el aseguramiento de servicios ecosistémicos estando alineadas con el plan de gestión integral del recurso hídrico.

e. Conservación del 100 % de los ecosistemas importantes para la generación eléctrica.



Apuesta 8

Movilidad e infraestructura sostenibles que dan lugar a costos óptimos para la economía en todas sus transacciones físicas.

38

Sistema de transporte no dependiente de combustibles fósiles (mayoritariamente eléctrico), para asegurar la completa movilidad de los ciudadanos, así como de los bienes necesarios para el desarrollo económico

a. La intensidad energética del transporte carretero de pasajeros (MJ/pkm) se reducirá a la mitad en 2050 comparado con 2015 por el cambio modal y la electrificación.

b. El consumo energético del sector transporte carretero de pasajeros aumentará 40 % en 2050 respecto a 2015.

c. Conformación de red pública de estaciones de carga eléctrica urbana e interurbana. En el 2050 los corredores interurbanos

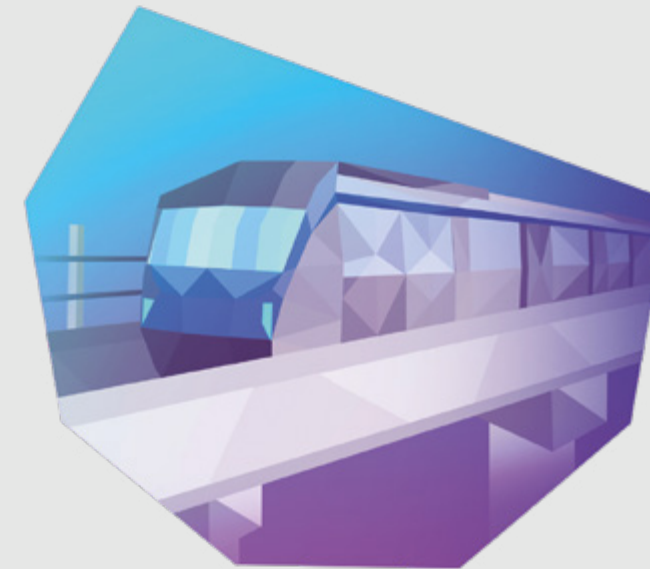
conformados por vías secundarias ofrecerán estaciones de carga rápida cada 100 km.

d. Las emisiones de gases de efecto invernadero en el transporte carretero de pasajeros en 2050 se deberían reducir a un valor entre el 19 % y 25 % respecto a las emisiones de 2015.

e. El 70 % de la demanda total de movilidad de pasajeros sería atendida con sistemas de transporte público en el 2050.

39

Fomento al desarrollo y adopción de tecnologías de transporte de carga pesada y maquinaria amarilla a partir de energías limpias



a. Adopción de nuevas tecnologías de cero y muy bajas emisiones para camiones de carga.

b. La intensidad energética del transporte de carga se reducirá entre el 30 % y 45 % en 2050, comparado con 2015.

40

Transporte aéreo y aeropuertos con tecnologías que reduzcan el riesgo por cambio climático, el ruido y las emisiones GEI (en lo que corresponda a Colombia) desarrollándose con aumentos de productividad y mejora constante de precios

a. Restricción de operación de aviones que superen emisiones de CO₂ respecto a un límite definido acorde con la vigilancia tecnológica.

b. El 100 % de la infraestructura aeronáutica y aeroportuaria del país reduce el riesgo climático.

41

Pico de gasolina y diésel para el año 2040 y fin del ingreso de nue-

vos vehículos con motores movidos por esos combustibles

a. Los combustibles líquidos, mayoritariamente cero emisiones, atienden el 78 % de la demanda de movilidad de carga en 2050, la electricidad el 21 % y gas natural el 1 % restante. De manera que la intensidad de carbono se reduzca en 2050 entre un 36 % y un 88 % respecto a la intensidad de carbono en 2015.

42

Desintegración de vehículos para reducir la circulación de equipos con tecnologías contaminantes

a. Al menos el 70 % de los vehículos en circulación en todas las modalidades habrán sido adquiridos después del año 2035.

43

Red de vías primarias y secundarias actualizadas como vías inteligentes (Smart Roads) que reduzcan el riesgo climático, aumenten la seguridad vial y mejoren la eficiencia energética

a. A partir de 2030 el 100 % de los proyectos de las redes primaria y secundaria de transporte serán estructurados incorporando criterios *Smart Road*.

b. Creación de corredores viales *Smart Roads* en la red secundaria.

c. Entre el 80 % y 100 % de los proyectos de infraestructura de transporte serán estructurados incorporando lineamientos de gestión del riesgo y adaptación al cambio climático a partir de las metodologías definidas.



44

Transporte marítimo y fluvial inteligente (Smart Rivers) integrado a la cadena de suministro intermodal y aumento de la integridad ecológica base del transporte fluvial adaptativo

- a. Consolidación de la multimodalidad con logística en la interfaz río mar y puertos interiores, pasarelas portuarias y cooperación entre puertos marítimos e interiores, con diseños flexibles.
- b. Aumentar la integridad ecológica para favorecer los servicios ecosistémicos de control de erosión y de regulación hídrica para garantizar el transporte fluvial adaptativo.

45

Infraestructura vial resiliente al clima y gestión de paisajes multifuncionales para reducir la vulnerabilidad y riesgo del entorno

relacionado con las vías terrestres, puertos y aeropuertos

- a. Implementación de acciones de adaptación en todos los modos de transporte.
- b. El 100 % de los nuevos diseños de las vías nacionales del país incorporarán lineamientos de infraestructura verde vial.
- c. Entre el 60 % y 80 % de los proyectos de infraestructura vial que se ejecuten incorporan los lineamientos de infraestructura verde vial.
- d. Sistema de información robusto que incorpore datos e información para la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático en el 100 % de los modos de transporte.
- e. A partir de la línea base de daños y pérdidas en todos los modos de transporte, se reducirá entre el 30 % y 50 % los niveles de riesgo alto y muy alto.
- f. Se implementarán soluciones basadas en la naturaleza para reducir el riesgo en la infraestructura de transporte en el 20 % de las soluciones diseñadas e implementadas.



Apuesta 9

Incrementar la capacidad de adaptación de la población y del sistema de salud ante eventos sensibles a la variabilidad y al cambio en el clima en articulación con los determinantes sociales y ambientales de la salud.

46

Sistema integrado de vigilancia y control en salud pública (SIVCSP) y sistemas de alerta temprana (SAT) locales y regionales que incluyan factores climáticos y no climáticos para la optimización de la respuesta intersectorial y sectorial

- a. Para identificar el nivel de sensibilidad al clima de las enfermedades, sus respectivos umbrales de alerta, factores no climáticos que determinan la enfermedad y apoyar el diseño de los sistemas de vigilancia y alerta temprana, se han desarrollado investigaciones de los impactos en salud priorizados para el 100 % de los impactos mediados por ecosistemas (IME), el 100 % de los impactos directos (ID) y el 100 % de los impactos mediados por instituciones (OMI).

- b. El país cuenta con un sistema integrado de vigilancia y control en salud pública (SIVCSP) y una red de sistemas de alerta temprana (SAT) de eventos sensibles al clima para 100 % de los eventos sensibles priorizados con enfoque territorial, de género y diferencial.

- c. El 100 % de los programas de salud pública de enfermedades sensibles al clima incluyen acciones de intervención, roles y responsabilidades específicos por cada actor del sistema en espacio y tiempo, de acuerdo a los protocolos del SIVCSP-SAT.

47

Promoción de la salud a través de la gobernanza para potencializar

los cobeneficios en salud y la prevención de la mala adaptación

- a.** El 100 % de los proyectos, obras o actividades priorizadas que requieren permiso o licencia ambiental cuentan con criterios de salud para prevenir los impactos diferenciados, directos e indirectos generados por el cambio climático sobre la magnitud y exacerbación de enfermedades y muertes de hombres y mujeres.
- b.** Las herramientas de planeación territorial incorporan de manera transversal los determinantes socioambientales de la salud de toda la población, para reducir los impactos directos e indirectos generados por el cambio climático sobre la magnitud y exacerbación de enfermedades y muertes de hombres y mujeres.
- c.** El 100 % de los municipios implementan proyectos de adaptación en salud a partir de modelos de caracterización diferencial, basados en la comunidad y las entidades territoriales amplían la base de participación comunitaria, comparada con la línea de base de 2022.
- d.** Las acciones de otros sectores para alcanzar la resiliencia climática incrementan la magnitud de los cobeneficios en salud, de acuerdo a las evaluaciones sistemáticas para estimar los cambios



en la población expuesta, los beneficios físicos en salud asociados y los beneficios económicos.

48

Programas de salud pública e infraestructura del sistema de salud adaptado al cambio climático y con bajas emisiones

- a.** El Programa Ampliado de Inmunizaciones utiliza información climática para su mejoramiento y desempeño. La vacunación para rotavirus en menores de 1 año e influenza para mayores de 60 años y convivientes de personas menores de 18 años con cáncer, alcanza el 100 % de cobertura.
- b.** La vulnerabilidad en salud por clima disminuye en un 50 % respecto a la estimación de 2032, como resultado de la prevención de los procesos de mala adaptación, el mejoramiento de los programas de salud con enfoque de género y la preparación de la infraestructura del sistema de salud para disminuir la carga de enfermedad.
- c.** Se ha logrado reducir la morbilidad por enfermedades transmitidas por vectores (ETV) en zonas priorizadas según el nivel de endemividad, gracias al diagnóstico rápido mediante máquinas para el tamizaje que utilizan energías renovables y el tratamiento oportuno.
- d.** El país cuenta con cero hospitales no seguros ante la ocurrencia de un desastre natural o antrópico con respecto a la línea base establecida durante la elaboración del plan de reubicación, el 60 % de los hospitales de la red pública de I, II y III nivel, el 70 % de los hospitales privados de III y IV nivel de atención y el 40 % de las IPS privadas, centros de salud y consultorios acreditados como hospitales de verdes (establecimientos que promueve la salud pública reduciendo continuamente su impacto ambiental y eliminando su contribución a la carga de morbilidad).

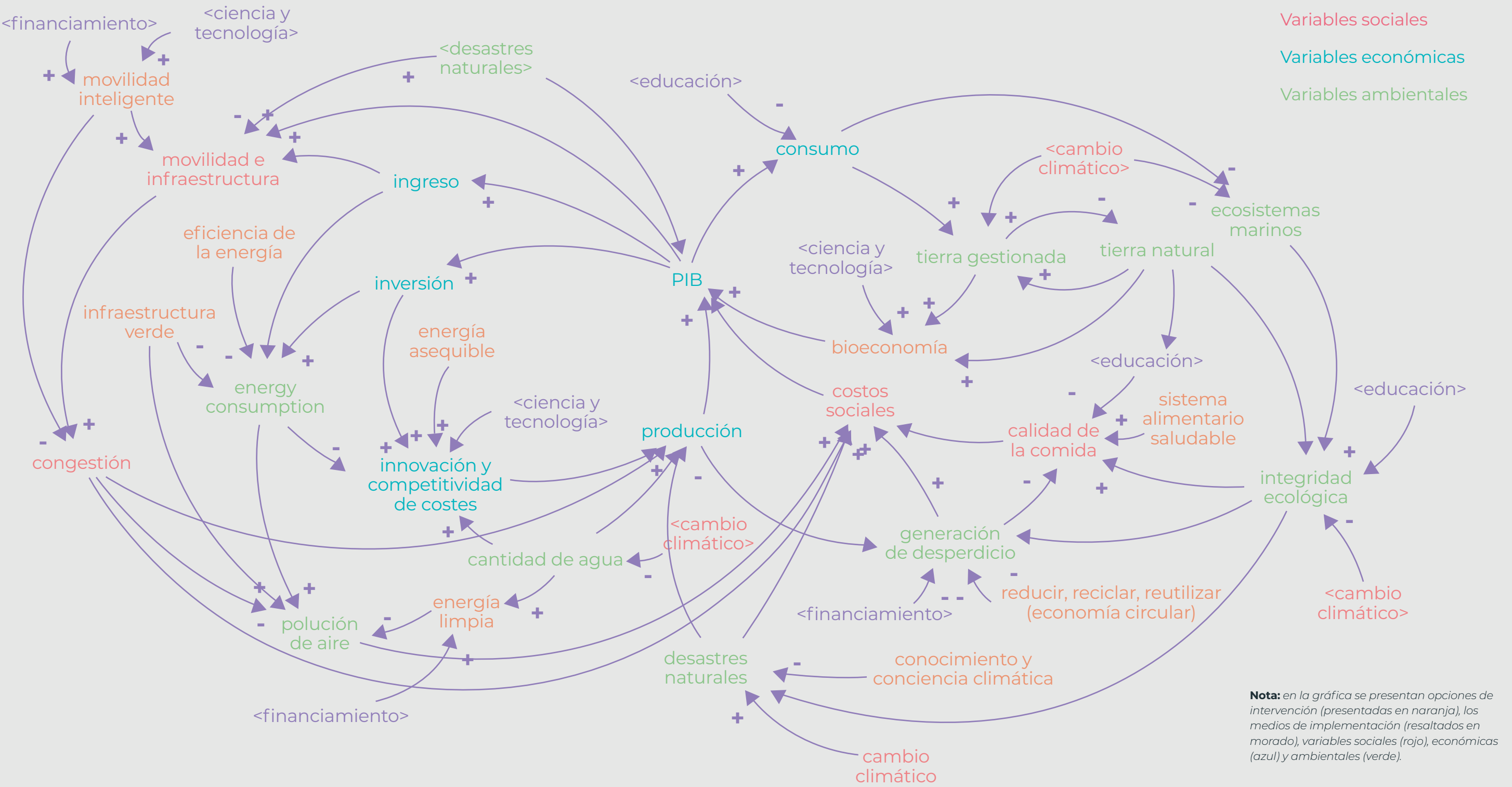
6.2 Relación entre apuestas de la E2050

Las interrelaciones y vínculos entre las diferentes apuestas (WRI y New Climate Economy, 2021), permiten, bajo el enfoque sistémico y holístico que orienta la E2050, aproximarse a comprender e identificar los puntos de entrada, palancas e intervenciones de políticas para identificar medios de implementación con el poder de materializar los objetivos de desarrollo en el marco de la construcción de una resiliencia climática socioecológica.

En términos generales, todas las variables del sistema van a ser impactos de forma directa o indirecta gracias a las opciones de intervención propuestas, al tiempo que se espera que en el largo plazo mejoren todas las dimensiones sociales, económicas y ambientales del desarrollo. Específicamente, las inversiones en eficiencia energética e infraestructura verde reducirían el consumo de energía, liberando recursos para la innovación y la inversión en competitividad (económica), reduciendo las emisiones atmosféricas y el uso de biomasa (medioambiental), así como la contaminación atmosférica y los costos sanitarios (social). Se pueden encontrar sinergias con inversiones en

energía limpia y renovable que a menudo también es la opción más asequible. Un segundo ejemplo se refiere a las inversiones en economía circular, lo que se traduce en una menor generación de residuos y, por tanto, en una menor contaminación del agua y del aire (medioambiental) y costos sanitarios (social). Además, el reciclaje y la reutilización de residuos genera empleo (social) y reduce los costos de producción cuando se puede evitar la compra de materias primas (económico). Como tercer ejemplo, invertir en conocimiento y conciencia climática puede reducir el impacto de eventos extremos, reducir los costos de reconstrucción de la infraestructura pública y privada, las pérdidas de producción para los agricultores y liberar recursos para una mayor inversión (económica). Además, puede aumentar la capacidad de adaptación, reduciendo el número de personas en riesgo y los impactos en la salud humana (social). Una mayor conciencia también beneficia la integridad del ecosistema porque las soluciones basadas en la naturaleza son una excelente opción de inversión para aumentar la resiliencia climática (figura 26).

Figura 26.
Diagrama de bucle causal (CLD, por sus siglas en inglés)²⁸ desarrollado para la
evaluación de la dinámica del sistema, incluida una evaluación del equilibrio entre
los indicadores sociales, económicos y ambientales de relevancia
Fuente: E2050: WRI y New Climate Economy, 2021.



28. Un diagrama de bucle causal (CLD) es un mapa del sistema analizado o, mejor, una forma de explorar y representar las interconexiones entre los indicadores clave en el sector o sistema analizado (Probst y Bassi, 2014). Como indica John Sterman, «Un diagrama causal consiste en variables conectadas por flechas que denotan las influencias causales entre las variables. Los circuitos de retroalimentación importantes también se identifican en el diagrama. Las variables están relacionadas por vínculos causales, mostrados por flechas. Las polaridades de enlace describen la estructura del sistema. No describen el comportamiento de las variables. Es decir, describen lo que sucedería si hubiera un cambio. No describen lo que sucede realmente. Más bien, le dice lo que sucedería si la variable cambiara» (Sterman, 2000). Los CLD incluyen variables y flechas (llamadas vínculos causales), y estas últimas vinculan las variables con un signo (+ o -) en cada vínculo, lo que indica una relación causal positiva o negativa. Un vínculo causal de la variable A a la variable B es positivo si un cambio en A produce un cambio en B en la misma dirección. Un vínculo causal de la variable A a la variable B es negativo si un cambio en A produce un cambio en B en la dirección opuesta. Las relaciones causales circulares entre variables forman bucles causales o de retroalimentación. Hay dos tipos de circuitos de retroalimentación: de refuerzo y de equilibrio. El primero se puede encontrar cuando una intervención en el sistema desencadena otros cambios que amplifican el efecto de esa intervención, reforzándola así (Forrester, 1961). Estos últimos, los bucles de equilibrio, tienden hacia una meta o equilibrio, equilibrando las fuerzas del sistema (Forrester, 1961). Al resaltar los impulsores e impactos del problema que se abordará y al mapear las relaciones causales entre los indicadores clave, los CLD respaldan la identificación de los resultados de las políticas mediante un enfoque sistémico (Probst y Bassi, 2014). De hecho, los CLD se pueden utilizar para crear historias que correspondan a la implementación de intervenciones de políticas, destacando los resultados directos, indirectos e inducidos en los indicadores sociales, económicos y ambientales.

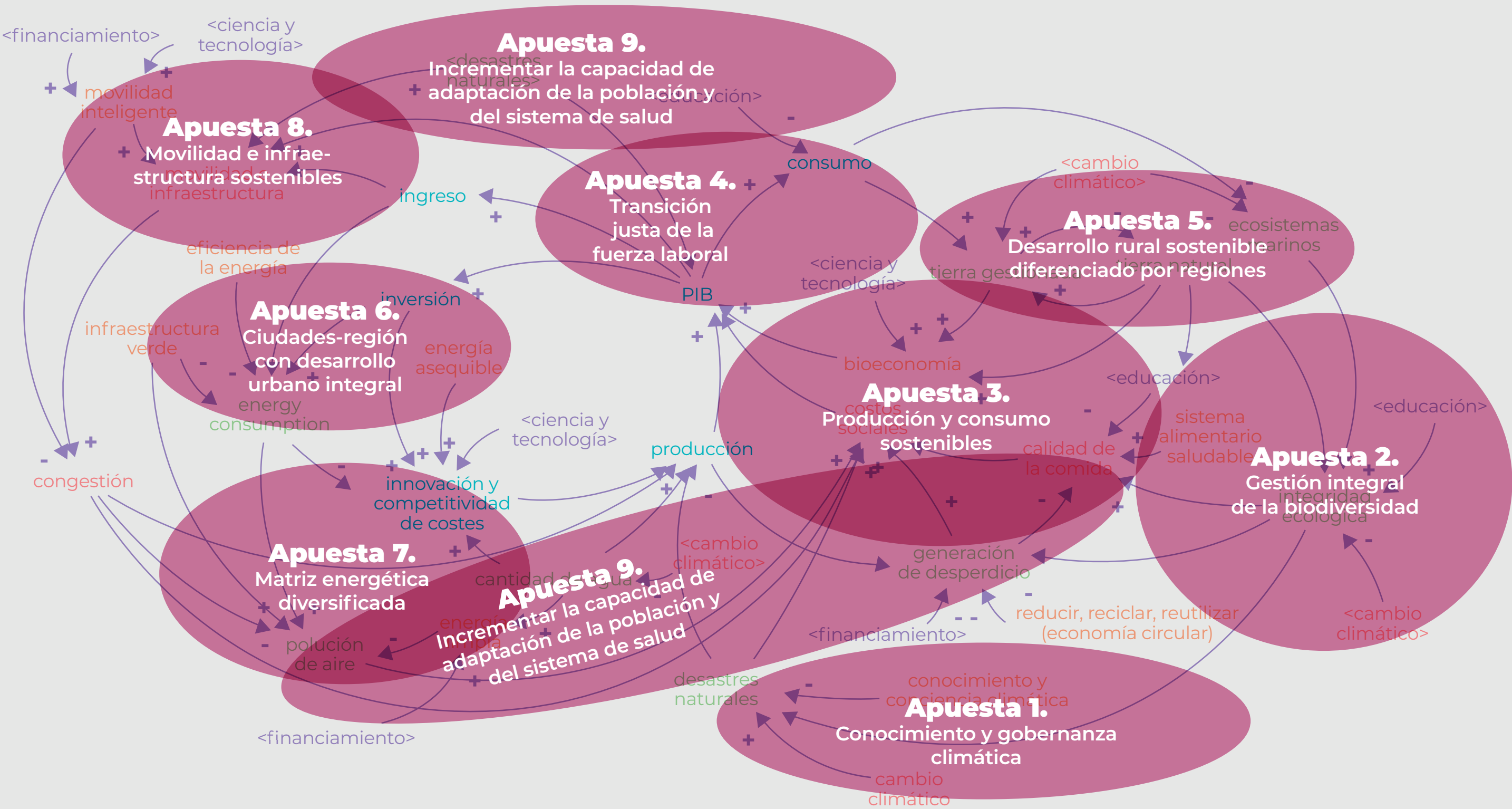
La correcta implementación de estas opciones de transformación requiere un esfuerzo coordinado entre el sector público y el privado. Existen varios medios de implementación, incluida la educación, la ciencia y la tecnología y el apoyo para mejorar el acceso a la financiación. Se trata de medios de implementación transversales que apoyan una variedad de políticas.

La **figura 27** presenta cómo las diferentes apuestas pueden trabajar en sinergia, tanto para abordar los desafíos actuales y conocidos, como para crear nuevas oportunidades para un futuro más sostenible. Las ciudades inteligentes (6), las energías renovables (7) y la movilidad sostenible (8) abordan principalmente los problemas urbanos causados por el enfoque convencional del crecimiento económico. La economía circular (3) crea un puente entre el enfoque convencional y el enfoque más sostenible, y también apoya la creación de una transición justa (4). En cambio, la biodiversidad (2) y las zonas rurales, marinas y costeras (5) priorizan los ecosistemas y su valoración. Los datos climáticos (1) y la salud humana (9) son transversales. El primero afecta a varios impulsores del cambio, impactando el enfoque convencional y siendo impactado por el más

sostenible. Esta última está en el centro de todas las dinámicas: se ve impactada por todas las demás apuestas, y también contribuye a todas, al ser un factor clave que determina el desempeño económico. De ello resulta que cada apuesta no debe ser considerada aisladamente, sino evaluada en relación a la contribución que se brinda a la transición hacia una estrategia de desarrollo más sustentable y resiliente al clima, con un enfoque sistémico (WRI y New Climate Economy, 2021).



Figura 27.
Representación simplificada de las principales áreas estratégicas de intervención, o apuestas incluidas en el diagrama de bucle causal (CLD)
Fuente: (E2050-WRI y New Climate Economy, 2021).



Así, las apuestas que componen la E2050 cubren la totalidad del sistema de impulsores subyacentes del cambio en el contexto socio-económico y ambiental de Colombia y cómo se relacionan las diferentes apuestas entre sí. Específicamente, sobre cómo podrían interactuar creando sinergias (bucles de refuerzo, una expresión utilizada en el marco metodológico que se describe a continuación) o produciendo efectos contrarios (bucles de equilibrio), que a menudo son inesperados o no deseados (efectos secundarios no deseados) al limitar el logro de algunos resultados deseados.



Apuesta 1.

De este modo, cada apuesta y las intervenciones estratégicas relacionadas se pueden desarrollar de forma aislada, con metas sectoriales específicas en mente. Por otro lado, la implementación de cada intervención, independientemente de a qué apuesta pertenezca, tendrá impactos de gran alcance en el sistema, a través de indicadores sociales, económicos y ambientales. Esto requiere una evaluación de las complementariedades entre las apuestas para aprovechar las sinergias y priorizar e implementar intervenciones con un enfoque sistémico (tabla 9) (WRI y New Climate Economy, 2021).

Los datos climáticos tienen impactos positivos directos en la salud humana (Apuesta 9), así como en la infraestructura (Apuesta 8. Movilidad sostenible) y el crecimiento económico, por lo tanto, en el acceso a servicios públicos y oportunidades económicas (Apuesta 4. Solo transición). Las inversiones en datos climáticos también pueden aumentar la eficacia de otras opciones de intervención, por ejemplo, en relación con las ciudades inteligentes (Apuesta 6) y las zonas rurales, marinas y costeras (Apuesta 5), que pueden compartir infraestructura para los sistemas de información climática (CIS) y sistemas de alerta temprana.



Apuesta 2.

La biodiversidad también impacta directamente en la salud humana (Apuesta 9), a través de la provisión de bienes y servicios ecosistémicos que también representan capacidad de adaptación y brindan resiliencia climática (Apuesta 1). Además, determina el potencial de las intervenciones de economía circular y bioeconomía, y su desempeño (Apuesta 3), especialmente en relación con el uso de los recursos naturales. La disponibilidad de recursos naturales es un indicador clave de accesibilidad, y por tanto, es un determinante de la transición justa (Apuesta 4). La biodiversidad se ve entonces impactada por la integridad ecológica, resultado de cómo se manejan las áreas rurales, marinas y costeras (Apuesta 5). Indirectamente, la biodiversidad se ve afectada por el consumo, también en áreas urbanas, lo que significa que las acciones relacionadas con las Apuestas 6, 7 y 8 afectan el desempeño de Apuesta 2. Se trata de una sinergia importante a realizar: las inversiones en entornos urbanos tienen resultados de gran alcance.



Apuesta 3.

La producción y el consumo sostenible tienen consecuencias directas para la salud humana (Apuesta 9) al reducir, reciclar y reutilizar los residuos y frenar la exposición a la contaminación. También, desde los estilos de vida sostenibles, al promover hábitos más saludables de alimentación y movilidad. Igualmente tiene un impacto positivo en la biodiversidad (Apuesta 2), para la creación de empleo en áreas donde se priorizaría la experiencia tradicional y el empleo local, dando como resultado un apoyo directo para una transición justa (Apuesta 4), para las áreas rurales, marinas y costeras (Apuesta 5), mediante la creación de oportunidades para el uso más sostenible de los recursos naturales, así como para la revitalización económica de dichas áreas.



Apuesta 4.

La transición justa tiene el potencial de impactar y permitir una variedad de otras acciones al desencadenar la inversión privada y el cambio de comportamiento. Por un lado, brindar oportunidades a todos los segmentos de la población permitirá aprovechar las estrategias de producción sostenible (Apuesta 3) así como todas las áreas urbanas de intervención (Apuesta, 6, 7, 8). Una transición justa también proporcionaría acceso a los servicios para los segmentos más desfavorecidos de la población, lo que resultaría, entre otros, en una mejora de la salud humana (Apuesta 9).



Apuesta 5.

Lo rural, marino y costero trabajan en sinergia con todas las dinámicas ambientales, como se indicó anteriormente, incluyendo la biodiversidad (Apuesta 2) y la producción sostenible (Apuesta 3). Estimularía aún más una transición justa (Apuesta 4), al crear oportunidades para las personas fuera de los entornos urbanos y, por lo tanto, reduciría la presión creada por la urbanización y también resultaría en un desarrollo más resiliente al clima (Apuesta 1).



Apuesta 6.

Las ciudades inteligentes incluyen una variedad de inversiones en infraestructura destinadas a crear un entorno urbano más habitable. El éxito de estas inversiones está relacionado con el uso de energías renovables (Apuesta 7) para mejorar la calidad del aire, así como con la implementación de transporte sostenible (Apuesta 8) para garantizar el acceso a la movilidad. El resultado es que las ciudades inteligentes conducirían a una mejora de la salud humana (Apuesta 9) tanto por la reducción de la contaminación como por el énfasis en caminar y andar en bicicleta o, más generalmente, en el transporte no motorizado. Las ciudades inteligentes también pueden apoyar intervenciones de producción y consumo sostenible (Apuesta 3), si se realiza un consumo más sostenible gracias a servicios digitales y servicios públicos eficaces.



Apuesta 7.

La energía renovable tiene un impacto directo en la salud humana (Apuesta 9) así como en la transición justa (Apuesta 4) permitiendo tanto el acceso a la electricidad en áreas remotas como la generación de ingresos para los pequeños y micro productores. El uso de energías renovables puede permitir el transporte sostenible (Apuesta 8) al proporcionar electricidad limpia y mejorar en general la biodiversidad (Apuesta 2) al frenar la minería para la extracción de combustibles fósiles. Asimismo, el uso de energías renovables y la eficiencia energética, jugarán un rol fundamental en la producción sostenible (Apuesta 3).



Apuesta 8.

La movilidad sostenible impacta todas las dinámicas urbanas (Apuesta 6) y requiere energía sostenible (Apuesta 7). También proporciona acceso a los servicios y, por lo tanto, en el caso de la mejora del transporte público y la intermodalidad, contribuye a los estilos de vida sostenibles (Apuesta 3) y puede contribuir a la realización de una transición justa (Apuesta 4). Finalmente, la movilidad sostenible se caracteriza por un riesgo reducido de accidentes y, por tanto, mejoraría la salud humana (Apuesta 9).



Apuesta 9.

Las intervenciones de salud humana abarcan todas las dimensiones del desarrollo y pueden apoyar y permitir tanto la actividad económica como el comportamiento virtuoso para una transición sostenible. La salud humana impacta directamente en la transición justa (Apuesta 4), el potencial para poner en marcha una economía circular (Apuesta 3) y se ve afectada por la biodiversidad (Apuesta 2) y el cambio climático y los eventos climáticos extremos (Apuesta 1). Más importante aún, la salud humana es un motor del crecimiento económico a través de la productividad laboral y, por lo tanto, determina la disponibilidad futura de financiamiento para todas las opciones de intervención discutidas anteriormente.

Tabla 9.
Resumen de las sinergias existentes entre las nueve apuestas que componen la E2050
Fuente: (E2050-WRI y New Climate Economy, 2021).

	Apuesta 1. Conocimiento y gobernanza climática	Apuesta 2. Gestión integral de la biodiversidad	Apuesta 3. Producción y consumo sostenibles	Apuesta 4. Transición justa de la fuerza laboral	Apuesta 5. Desarrollo rural sostenible diferen- ciado por regiones	Apuesta 6. Ciudades-región con desarrollo urbano integral	Apuesta 7. Matriz energética diversificada	Apuesta 8. Movilidad e infraestructu- ra sostenibles	Apuesta 9. Incrementar la capaci- dad de adaptación de la población y del sistema de salud
Apuesta 1. Conocimiento y gobernanza climática				X	X	X		X	X
Apuesta 2. Gestión integral de la biodiversidad	X			X	X	X	X	X	X
Apuesta 3. Producción y consumo sostenibles		X		X	X	X	X	X	X
Apuesta 4. Transición justa de la fuerza laboral			X			X	X	X	X
Apuesta 5. Desarrollo rural sostenible diferenciado por regiones	X	X	X	X					
Apuesta 6. Ciudades-región con desar- rollo urbano integral			X				X	X	X
Apuesta 7. Matriz energética diversificada		X		X				X	X
Apuesta 8. Movilidad e infraestructura sostenibles				X		X	X		X
Apuesta 9. Incrementar la capacidad de adaptación de la población y del sistema de salud	X	X	X	X					

6.3 Medios de implementación para sustentar e impulsar la resiliencia climática

6.3.1 Análisis prospectivo de instrumentos de política pública y el rol de los actores clave

Con el objetivo de generar recomendaciones que permitan al país transitar hacia escenarios deseables que garanticen el cumplimiento del Acuerdo de París y alcanzar la resiliencia climática al año 2050, esta sección presenta los principales resultados del análisis prospectivo de instrumentos de política pública y del marco institucional, realizado con el apoyo de expertos implementadores de política pública a nivel nacional. Para esto, se evaluó en tres fases, utilizando las herramientas Micmac, Mactor y SMIC para, i) analizar los impactos cruzados, es decir, exponer las variables que influyen el sistema y que deben ser atendidas en el corto plazo de manera directa para marcar trayectorias deseadas, ii) analizar el conjunto de actores y objetivos estratégicos que pueden llegar a ocupar al momento de ejecutar acciones para mejorar el sistema y iii) la identificación de los escenarios futuros y las rutas estratégicas para el alcance del escenario más probable (Brigard Urrutia 2021).

Análisis de impactos cruzados

En el corto plazo (2020-2030) las variables que deben ser abordadas de forma prioritaria, a través

de la combinación de medios de implementación, para impulsar la E2050, son aquellas que adquieren un mayor nivel de influencia y que están más cerca a la bisectriz estratégica. Desde esta perspectiva, aumentar el crecimiento económico de manera sostenible, mejorar la productividad y competitividad del país, contribuir al cierre de las brechas de género, conservar la biodiversidad y reducir la deforestación, ordenar de mejor manera el territorio y diseñar estrategias de adaptación y mitigación que reduzcan la emisión de gases de efecto invernadero, deben ser las metas principales del Gobierno Nacional.

De acuerdo con el análisis Micmac, las variables de mayor influencia del sistema i) son: usos del suelo y paisajes multifuncionales. Estas variables ejercen la mayor motricidad y de no ser atendidas pueden a futuro impulsar un colapso del sistema. Estas variables sugieren que el principal objetivo que debe atender la estrategia de resiliencia climática es garantizar la multifuncionalidad y los usos sostenibles de paisajes que hoy están en riesgo por el avance de las fronteras agrícola, forestal y urbana, y que pone en peligro la biodiversidad y la prestación de servicios ecosistémicos. También refleja la relevancia de proteger la multifuncionalidad de aquellos paisajes que todavía no han sido transformados pero que están en riesgo de serlo en el corto y mediano plazo.



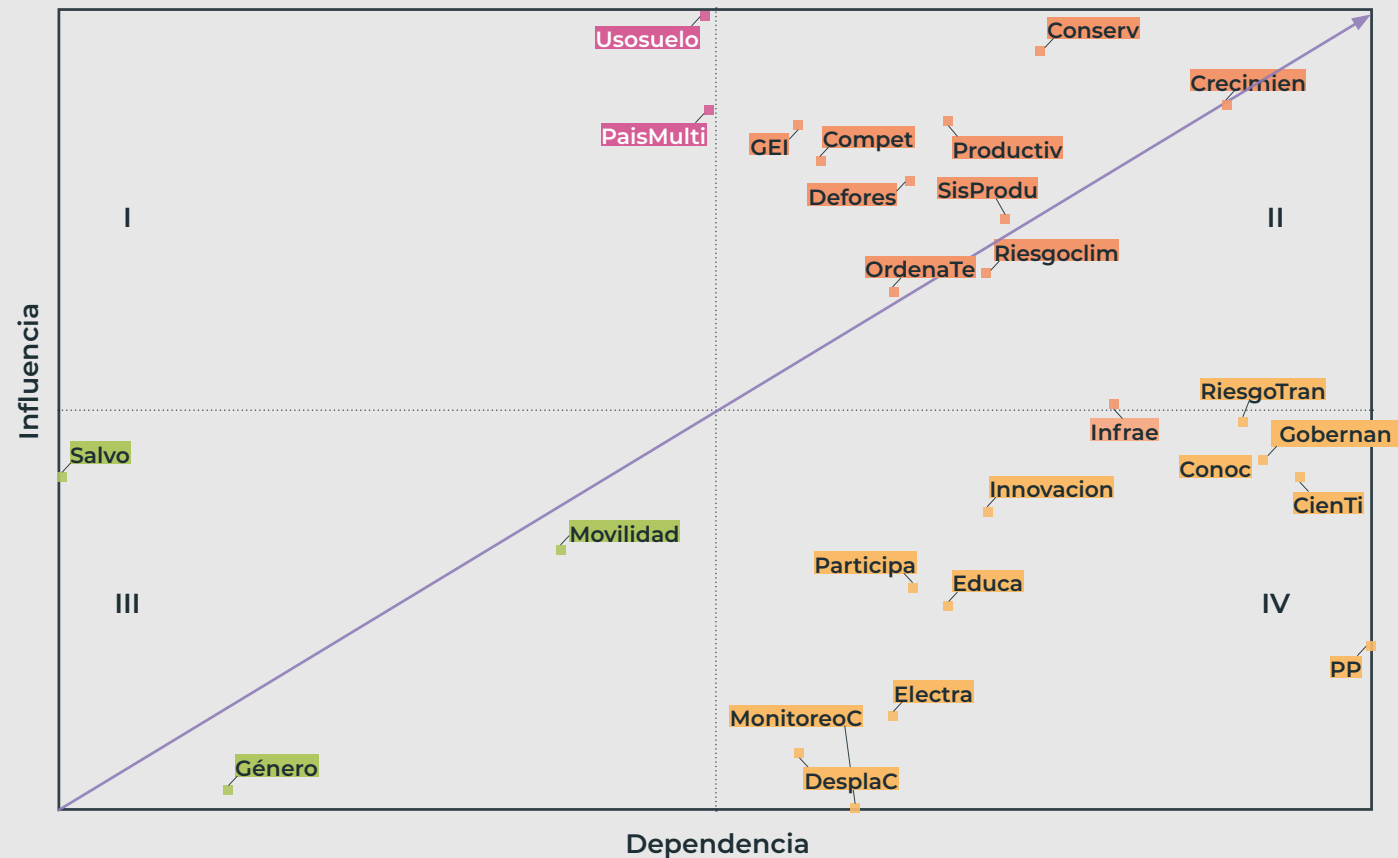
De otro lado, las variables más influyentes y dependientes ii) son: crecimiento económico, conservación de la biodiversidad, productividad, sistemas de producción agropecuaria, riesgo climático, ordenamiento territorial, deforestación, competitividad y gases de efecto invernadero. Estas variables son también llamadas volátiles en tanto su influencia y dependencia puede impulsar cambios sobre las motoras, pero a su vez sobre las más dependientes. Esta doble característica hace que estas variables sean estratégicas, pues acciones de corto plazo que las aborden directamente, pueden hacer al sistema cumplir su objetivo, o, por el contrario, llevarlo a una trayectoria indeseada. Desde este punto de vista, abordar las nueve variables identificadas hace posible que la estrategia de resiliencia obtenga una mayor capacidad para crear y proteger paisajes multifuncionales y mejores usos del suelo.

Las variables menos influyentes y dependientes iii) son: salud, género y movilidad. Estas variables

no representan obstáculos para la estrategia en el corto plazo y, por lo tanto, deben considerarse en el largo plazo, en tanto las variables motoras y volátiles se transformen.

Finalmente, las variables más dependientes y menos influyentes iv) son: riesgo de transición, infraestructura, gobernanza, conocimiento, ciencia y tecnología, política pública, innovación disruptiva, educación, participación, electrificación, monitoreo y desplazamiento. Estas variables son palancas de las volátiles y motrices y deben ser tenidas en cuenta para impulsar las acciones o estrategias que se diseñen sobre las variables estratégicas. En este cuadrante es importante resaltar el conjunto de variables de mayor dependencia: gobernanza, conocimiento y ciencia y tecnología, pues éstas, en particular, adquieren por su ubicación un nivel de transversalidad importante que puede acompañar las acciones del total de variables (figura 28).

Figura 28.
Relaciones de influencia directa entre las variables evaluadas a través de la herramienta Micmac
Fuente: E2050: Brigard Urrutia, 2021.



Nota: el cuadrante I representa las variables con mayor influencia del sistema, el II las variables de mayor influencia y dependencia o volátiles, el III las variables de poca influencia y dependencia o reguladoras y el IV las variables resultado o palancas. La bisectriz color naranja representa la trayectoria estratégica.

Crecimeco: crecimiento económico, Productivi: productividad, Competi: competitividad, SisProdu: sistemas de producción agropecuaria, RiesgoTran: riesgo de transición, DesplaC: desplazamiento climático, Participa: participación, Educa: educación, Conoci: conocimiento, CienTi: ciencia y tecnología, Goberna: gobernanza, RiesgoClim: riesgo climático, Salud: salud, Género: género, Electra: electrificación, Infrae: infraestructura, Movilidad: movilidad, MonitoreoC: monitoreo climático, InnovaDisr: innovación disruptiva, OrdenaTerr: ordenamiento territorial, GEI: emisión de gases de efecto invernadero, Usosuelo: usos del suelo, Defores: deforestación, PaisMulti: paisajes multifuncionales, ConserBio: conservación de la biodiversidad, PP: política pública.

De esta manera, el país deberá concentrar sus esfuerzos normativos y de política al 2050 en fortalecer los procesos de gobernanza y gestión territorial asociados con las variables de mayor influencia (usos del suelo y paisajes multifuncionales), para, a través de la articulación, coordinación y coherencia entre las expresiones territoriales concretas de los procesos intersectoriales, impulsar las variables más influyentes y dependientes de manera que se impacten positivamente también las variables más dependientes y menos influyentes, logrando acelerar las transformaciones hacia una economía y una sociedad carbono neutras y resilientes al clima.

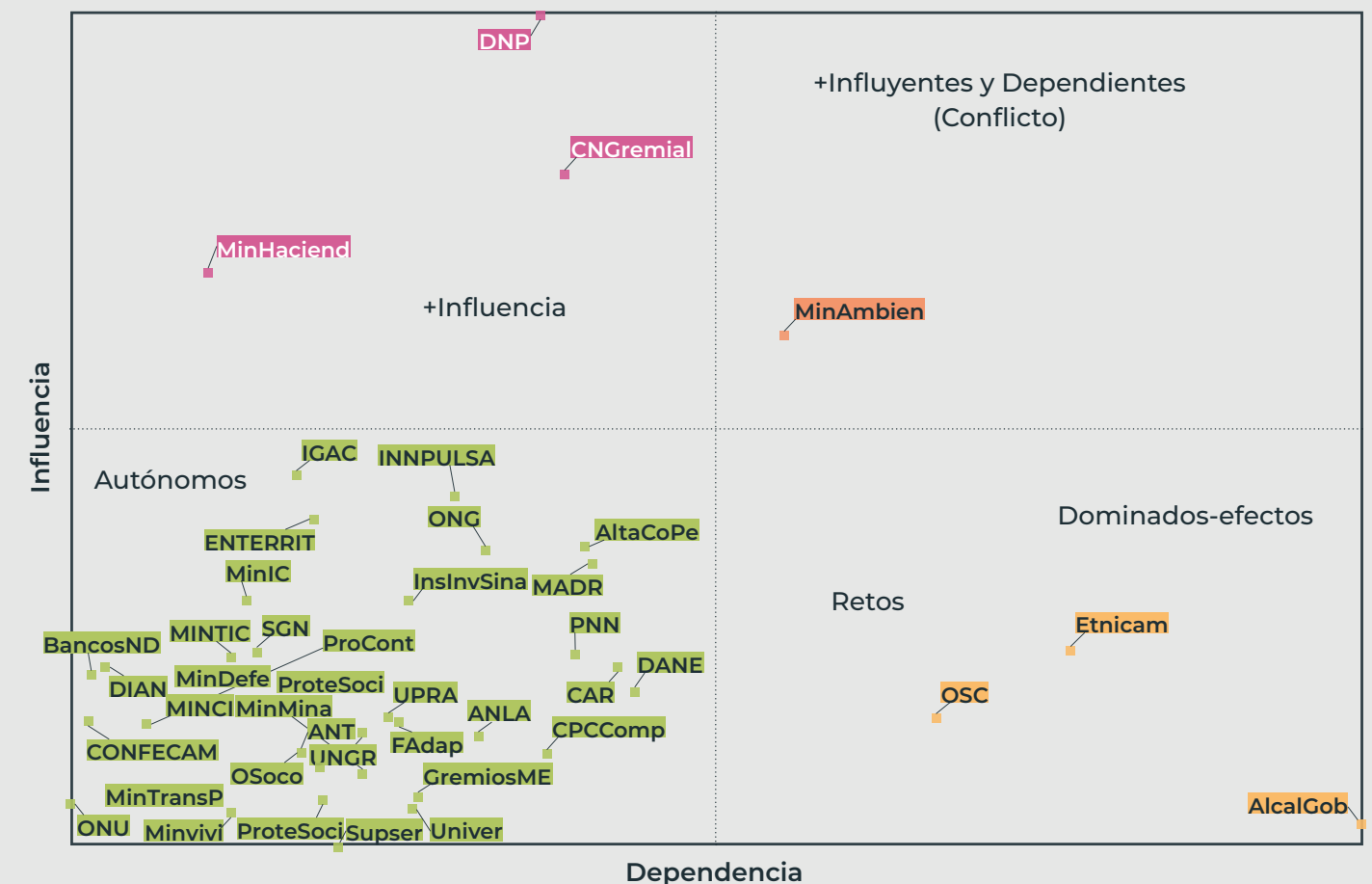
La E2050 debe tener como misión principal impulsar la creación y protección de paisajes

multifuncionales, así como el ordenamiento ambiental del territorio y el uso adecuado del suelo. Las variables estratégicas que impulsarán la estrategia y el cumplimiento de su misión son seis: crecimiento económico, conservación de la biodiversidad, reducción del riesgo climático, reducción de la deforestación, ordenamiento territorial y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Así, los retos de la E2050 deberán concentrar sus esfuerzos en atender las cuatro variables reto del escenario más probable: conservación de la biodiversidad, deforestación, ordenamiento territorial y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Análisis del conjunto de actores y objetivos estratégicos

La calificación frente a las relaciones entre actores y grados de oposición y favorabilidad de los mismos frente a los objetivos, mostraron que los actores de mayor influencia para la E2050 son: el Departamento Nacional de Planeación, el Consejo Nacional Gremial y el Ministerio de Hacienda. Estos actores tienen un rol de poder frente a los demás que responde a su capacidad de incidencia sobre los procesos, proyectos, misiones e incluso existencia de los demás actores. Su papel es importante en cuanto pueden impulsar proyectos y procesos del actor coordinador de la estrategia **(figura 29)**.

Figura 29.
Plano de influencias y dependencias entre actores elaborado con la herramienta Mactor
Fuente: E2050: Brigard Urrutia, 2021.



El actor de mayor influencia y dependencia es el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente). Este actor es también denominado actor de conflicto, en tanto puede obstaculizar o dinamizar las acciones planteadas frente al total de variables estratégicas seleccionadas. Cumple un rol de importancia por su potencial de articular y coordinar la totalidad de los actores y puede fácilmente apoyarse de los actores influyentes para adelantar sus proyectos y procesos. Los actores autónomos evidencian un bajo nivel de influencia y dependencia, en el cual, sin necesidad de articulación, cada uno puede cumplir fácilmente con sus funciones, proyectos y procesos. Sin embargo, si bien expresan un alto nivel de autonomía, su desarticulación afecta a futuro el desarrollo de la estrategia. Estará en manos del actor coordinador (MinAmbiente) la tarea de trabajar en su articulación para cumplir los objetivos de las variables estratégicas.

Finalmente, los actores que más responden a los estímulos de los actores influyentes identificados son: las organizaciones de la sociedad civil, las comunidades étnicas y campesinas y las alcaldías y gobernaciones. Son actores que, debido a su alta dependencia, asumen un rol de nulo poder en las decisiones que se toman en la actualidad para cumplir con la E2050. Esta situación los convierte en actores reto del sistema, es decir, en actores que deberían asumir un rol más predominante en el cumplimiento de los objetivos para cada

variable. El análisis de actores presenta una gran desarticulación entre ellos, lo que se evidencia en sus altos niveles de autonomía (más del 70 %). Esta situación hace necesario identificar el actor transversal y coordinador de la estrategia (en este caso, MinAmbiente), quien debe asumir un rol protagónico, tanto en el diseño de políticas como en su implementación. Otros actores que deben asumir un rol más protagónico son el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Es importante que la E2050 trabaje en transformar los patrones de relacionamiento de las instituciones del Gobierno Nacional con las comunidades étnicas y campesinas, así como otras organizaciones de la sociedad civil que se muestran como doblegadas pero que deberían asumir un papel más protagónico.

Por otra parte, para esta fase se construyeron, con el apoyo de los expertos, los objetivos que se esperan cumplir para el total de variables. También se realizaron dos tipos de calificaciones en matrices cruzadas: primero, influencias entre los actores²⁹ y segundo, niveles de oposición y favorabilidad de los actores frente a los objetivos planteados³⁰. Los objetivos diseñados para cada variable estratégica fueron:

- 1. Crecimiento económico:** el país incrementará de manera sostenida su PIB bajo un modelo de producción verde.
- 2. Productividad:** el país incrementará sus tasas de productividad de manera sostenida.
- 3. Competitividad:** el país aumentará su índice de competitividad global.
- 4. Sistemas de producción agropecuaria:** el país incrementará las áreas bajo esquemas de producción sostenible y mantendrá un crecimiento de su economía rural.
- 5. Conservación de la biodiversidad:** el país incrementará el porcentaje de área terrestre y marina protegida.



6. Riesgo climático: los municipios del país implementarán instrumentos de planificación y desarrollarán acciones de adaptación y reducción de riesgo innovadoras.

7. Deforestación: el país aumentará el número de hectáreas de bosque restauradas y reforestadas.

8. Ordenamiento territorial: el país implementará una estrategia de ordenamiento territorial inteligente a nivel nacional con un fuerte énfasis en adaptación y mitigación al cambio climático.

9. Gases de efecto invernadero: el país reducirá las emisiones respecto a la línea base para el 2030, de acuerdo con el compromiso adquirido en el marco del Acuerdo de París, contribución nacional designada (NDC).

Así, de acuerdo con los expertos consultados, los objetivos que mayor favorabilidad presentan son los asociados a las variables de crecimiento económico, productividad, competitividad, riesgo climático, ordenamiento territorial y reducción de gases de efecto invernadero. Esto permite señalar que un 80 % de los expertos están «a favor» de los objetivos, mientras que un 20 % se considerarían «en contra», ya que el desarrollo de los objetivos puede poner en riesgo sus proyectos o su misión. En general, los expertos que participaron del ejercicio coincidieron en señalar que el 85 % de las

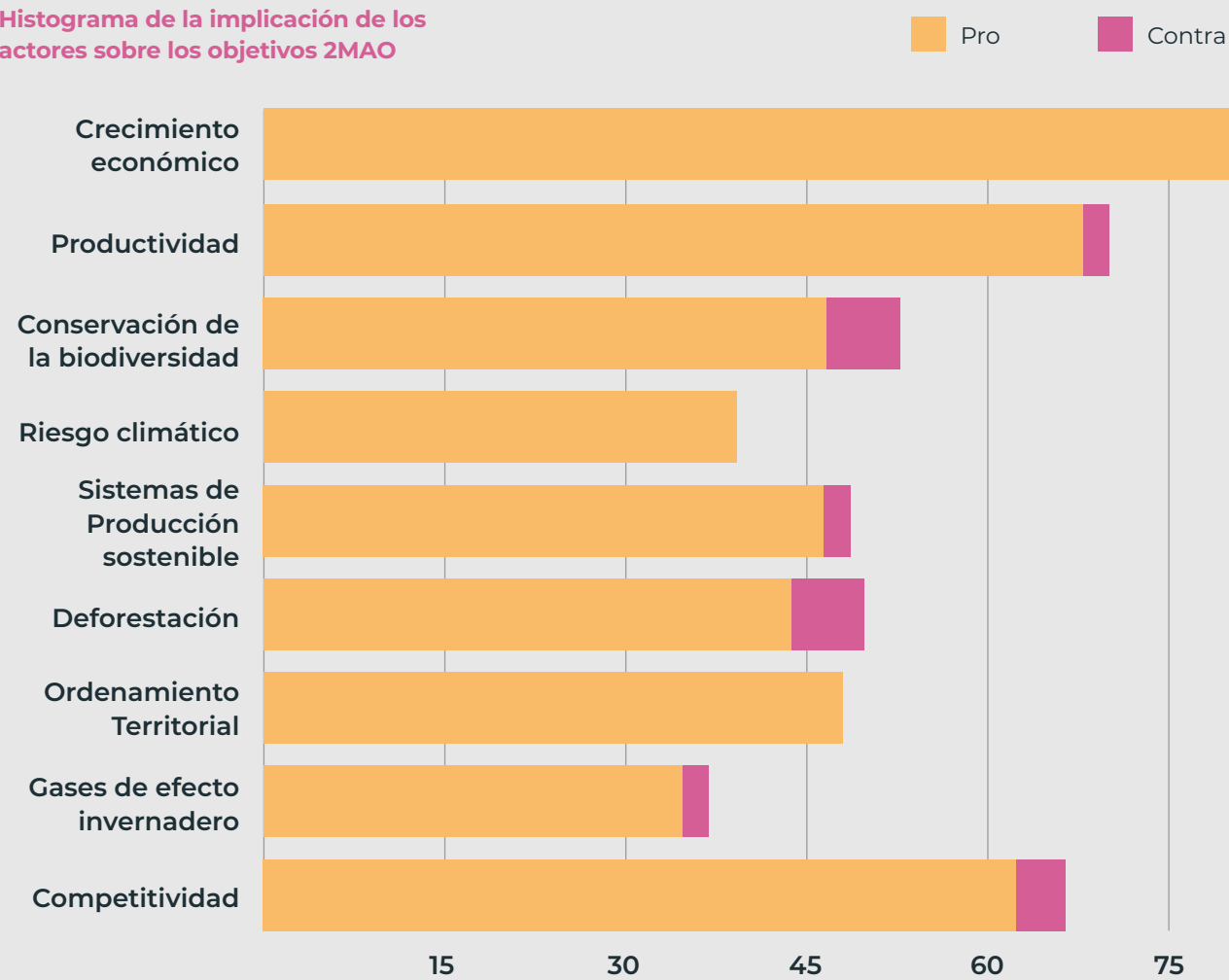
instituciones públicas están a favor de los objetivos diseñados sobre cada variable estratégica. Sin embargo, se presentan conflictos entre los objetivos de conservación y desarrollo económico que deben ser superados para encaminar mejor el sistema a futuro.

Frente al mínimo porcentaje de actores en contra de algunos objetivos, se encuentra el Minambiente, quien no está de acuerdo con el objetivo de productividad y competitividad, en tanto que el crecimiento desmedido e insostenible de la economía puede afectar de manera significativa a la conservación de la biodiversidad y a la restauración de ecosistemas en el largo plazo. Por otro lado, se encuentran: el Consejo Nacional Gremial, el Ministerio de Hacienda y el Ministerio de Minas y Energía, quienes consideran que el cumplimiento de los objetivos asociados a la reducción de la deforestación y conservación de la biodiversidad puede obstaculizar el desarrollo de proyectos, como por ejemplo, los de tipo mineroenergético y, por lo tanto, reducir el crecimiento económico del país. Esta dualidad entre los actores frente a los objetivos de conservación de la naturaleza y el crecimiento económico expresa un importante reto que debe asumir la E2050 para facilitar la articulación entre estos actores y, con ello, romper la clásica dicotomía entre desarrollo económico y conservación de la biodiversidad, la cual, limita al país en su avance hacia una verdadera resiliencia climática socioecológica.

29. Los rangos de las influencias son: (0) sin influencia, (1) influencia sobre procesos, (2) influencia sobre proyectos, (3) influencia sobre misión, (4) influencia sobre existencia.

30. Los rangos de las influencias son: (0) el objetivo es poco consecuente, (1) el objetivo pone en peligro los procesos operativos, (2) el objetivo pone en peligro el éxito de los proyectos, (3) el objetivo pone en peligro el cumplimiento de las misiones del actor y (4) el objetivo pone en peligro la propia existencia del actor. En caso de que el actor este en contra del objetivo se asignara un signo (-) a la valoración.

Figura 30.
Histograma de implicación de actores sobre los objetivos definidos para las variables estratégicas
Fuente: E2050: Brigard Urrutia, 2021.



Nota: en amarillo se evidencia el porcentaje de favorabilidad del actor sobre los objetivos y en morado el porcentaje de oposición, Mactor, 2021.

Si bien los actores demuestran consenso respecto a sus posiciones frente a los objetivos planteados, el gran número de actores autónomos (baja influencia y baja dependencia) evidencia que hace falta mayor articulación entre ellos, existiendo así grandes oportunidades para lograr dicha articulación, teniendo en cuenta su concurrencia de metas. El fortalecimiento del Sistema Nacional de Cambio

Climático (SISCLIMA) puede constituir una alternativa para incrementar la interdependencia entre los actores, para el logro de objetivos y metas comunes. Finalmente, desde la perspectiva de política pública e institucional, deben emprenderse esfuerzos concertados de forma tal que se potencien los beneficios del SISCLIMA, al tiempo que se reconozcan las falencias propias del diseño institucional y de los instrumentos normativos y de política pública para integrar efectivamente la acción coordinada de

los actores encargados de implementar e internalizar los mandatos asociados a la resiliencia climática. Solamente a partir de una acción coordinada y concertada en función de las variables específicas más influyentes, se logrará superar el escenario de retos identificados en el ejercicio. Más allá, se hace necesario que el país adopte una política de revisión periódica del cumplimiento de sus compromisos climáticos que le permita adecuar sus políticas y su marco normativo e institucional para cumplir sus objetivos en materia de resiliencia climática a largo plazo, en beneficio de la población y de los ecosistemas por igual (figura 30).

Análisis de escenarios y probabilidades de ocurrencia

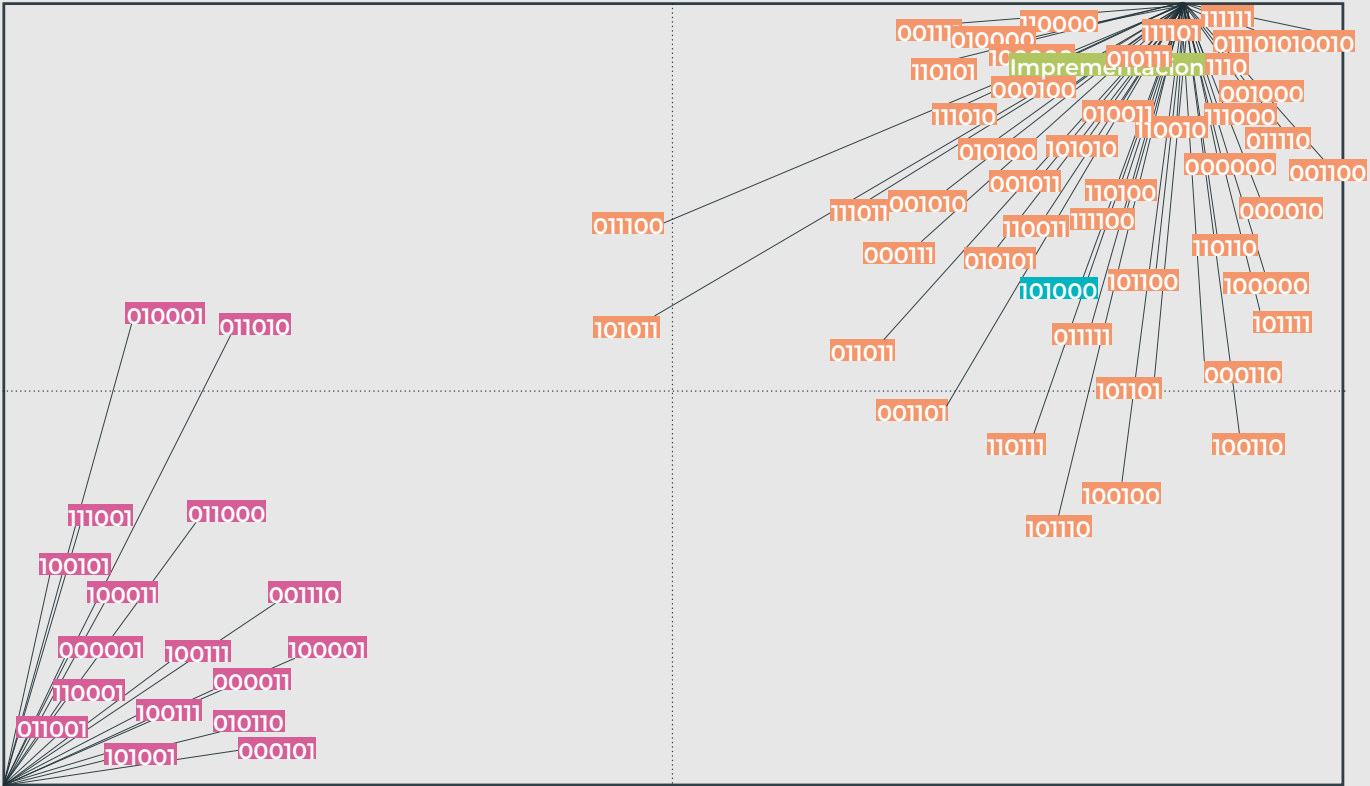
Finalmente, el análisis de las posibles rutas hacia los instrumentos normativos y de política prioritarios para orientar la transformación hacia un país resiliente al clima, se exploraron a través de un análisis cruzado probabilístico para identificar el escenario más factible que lance las alertas necesarias para encaminar los instrumentos normativos y de política, y con ellos, todos los demás medios de implementación que acompañen y faciliten que la visión de la E2050 se alcance.

Así, se identificaron sesenta y cuatro posibles escenarios, todos con grados diferentes de probabilidad, cada uno compuesto por las variables: crecimiento económico, conservación de la biodiversidad, riesgo climático, deforestación, ordenamiento territorial y reducción de GEI. Precisamente fue el crecimiento económico, la variable estratégica con mayor probabilidad de ocurrencia, a través de la cual se impulsarían la productividad, competitividad y sistemas productivos agropecuarios. De manera muy interesante el escenario que, según el trabajo con expertos y actores interinstitucionales, resultó como el más probable (83 %) fue el denominado como *Colombia un país de grandes retos para alcanzar la resiliencia*

climática. Según este escenario, el país crece económicamente y diseña estrategias para mejorar su adaptación y reducción del riesgo, pero su biodiversidad y bosques se deterioran debido a la ineficacia en la aplicación de las estrategias de ordenamiento territorial y reducción de GEI. La alta probabilidad de ocurrencia responde, en parte, al escenario actual del país asociado a la pandemia por COVID-19, caracterizado por altas tasas de desempleo, informalidad y pobreza, factores que podrían generar tendencias de largo plazo enfocadas en el logro de los objetivos económicos, descuidando aquellos asociados con la protección de los ecosistemas y la biodiversidad. Frente a este escenario es claro que las acciones de corto, mediano y largo plazo deben ir dirigidas a reducir el cumplimiento del escenario más probable, atendiendo las cuatro variables reto de este escenario más probable: conservación de la biodiversidad, deforestación, ordenamiento territorial y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Este resultado de priorización del escenario es muy relevante para el trabajo futuro de la E2050 respecto a los instrumentos de política y normativos, que a su vez orientan y viabilizan todos los demás medios de implementación, ya que el relativo pesimismo que se percibe debe ser el campo de acción para revertir las percepciones negativas y avanzar hacia la conciencia nacional de que la transformación planteada sí es posible de alcanzar, con el trabajo articulado, coordinado, coherente y corresponsable de todos los actores públicos, privados y de la sociedad civil (incluidas las comunidades étnicas), en cada uno de los territorios y a escala nacional. De acuerdo con el plano de influencias de los escenarios, la cercanía del escenario de mayor probabilidad (figura 31 escenario número 101000) con el actor Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (figura 29), refleja la importancia del actor como coordinador de la E2050, si se quiere dar cumplimiento a las acciones desarrolladas para cada variable.

Figura 31.
Plano de probabilidades de los escenarios por su influencia
construido a través de la herramienta Smic, 2021
Fuente: (E2050-Brigard Urrutia, 2021).



6.3.2 Instrumentos de planificación y ordenamiento

Entendiendo los instrumentos de planificación territorial y ambiental como medios de implementación de la E2050, se proponen recomendaciones para incorporar el cambio climático y optimizar los instrumentos y la articulación entre ellos, de manera que contribuyan con todo su potencial a alcanzar los objetivos de carbononeutralidad y resiliencia al clima en los territorios de Colombia, materializando la visión de largo plazo de la E2050 (CIDER 2021).

31. Más que proponer transformaciones de los instrumentos en términos de mantenimiento, derogación, creación, articulación, combinación, modificación, etcétera.

En este marco se propende por la consolidación normativa de los instrumentos existentes³¹, a partir del fortalecimiento de su implementación y articulación, generando el menor impacto posible sobre el marco jurídico actual, pero con una gran incidencia sobre la incorporación efectiva del cambio climático en los instrumentos. De esta manera, salvo algunos aspectos normativos que requieren ser desarrollados, en su mayoría las propuestas se enfocan en el desarrollo de políticas u otros mecanismos de gestión. De otro lado, se proponen los pasos a seguir para la incorporación de la gestión del cambio climático en los instrumentos de planificación territorial, ambiental y de gestión del riesgo, de forma tal que se viabilice, a partir de una secuencia que plantea horizontes temporales de corto, mediano y largo plazo. Bajo esta

lógica se aborda el análisis desde el entendimiento de la coordinación, concurrencia y subsidiariedad en el ejercicio de las competencias para la formulación e implementación de los instrumentos. Las propuestas se agrupan en los siguientes apartes (CIDER 2021):

Articulación de las políticas nacionales

Se plantea la integración de la mitigación y la adaptación al cambio climático en el desarrollo de los PIGCCS y PIGCCT, buscando la integración intrasectorial y la definición de lineamientos para la incorporación integrada en los instrumentos a nivel regional y local, así como la conciliación entre el modelo de sostenibilidad y el modelo de desarrollo económico. En línea con los principios de la ley y la Política Nacional de Cambio Climático de Colombia, los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático deben abordar la mitigación y la adaptación de manera combinada³² en sectores prioritarios a través de los PIGCCS y en los territorios, a través de los PIGCCT. Adicionalmente, se propone avanzar en el desarrollo de cobeneficios que la implementación de acciones sectoriales se complemente con medidas integradas de cambio climático.

Es importante resaltar que la visión integradora de adaptación y mitigación, y la incorporación de cobeneficios aceleraría la incorporación del cambio climático en la gestión de los ministerios e instituciones del Gobierno Nacional e induciría el fortalecimiento de las instituciones y sus equipos de trabajo. Se propone que, en el mediano plazo, además de las áreas especializadas en cambio climático, el tema haya permeado la política pública de los sectores priorizados que cuentan con PIGCCS de manera transversal. La alineación de los PIGCCS con la E2050 es una oportunidad para maximizar las posibilidades de implementación de medidas de cambio climático. Es necesario que los PIGCCS se actualicen en el corto plazo y que además de consolidar una visión integradora (combinando adaptación y mitigación), incorporen lineamientos para

la integración sectorial al nivel nacional y para orientar las políticas y acciones planteadas de los PIGCCT y los instrumentos de planificación y ordenamiento ambiental y territorial.

Se propone profundizar en la incorporación del cambio climático y el desarrollo de las apuestas de la E2050 en los PIGCCS; para el PIGCCS MADS, específicamente, en la definición de las áreas protegidas y su manejo y de los elementos de la estructura ecológica en los determinantes ambientales y en los POMCA. Se plantea el desarrollo de lineamientos concertados entre el MVCT, MADS y la UNGRD para la incorporación del cambio climático en los análisis de amenaza y riesgo de los POMCA, los estudios básicos de riesgo (EBR) y los estudios detallados de riesgo (EDR) de los POT. Para el PIGCCS MVCT se propone el desarrollo de lineamientos en relación con los modelos territoriales y la ocupación sostenible y resiliente del territorio, que partan de los EBR y de la estructura ecológica, entre otras determinantes de superior jerarquía, lineamientos para la adaptación de los sistemas estructurantes³³, criterios de urbanismo y construcción sostenible con medidas de adaptación asociadas a los EBR y EDR, manejo del drenaje pluvial³⁴, adaptación a escenarios

32. Se propone la construcción de una visión que plantee lineamientos y medidas integrales que aporten tanto a la mitigación como a la adaptación, en lugar de medidas separadas para mitigación o adaptación, como se ha hecho hasta ahora.

33. Para que el diseño y planificación de los sistemas de movilidad, servicios públicos, equipamientos y espacio público contribuyan tanto a la adaptación como a la reducción de emisiones de GEI, en coordinación con los sectores relevantes.

34. En particular con el manejo de caudales de escorrentía en predios privados y reducción del caudal en sistemas públicos de drenaje pluvial (ver reglamento de agua y saneamiento (RAS), r0330/2017, artículo 153 sobre mitigar la impermeabilización diseñando sistemas urbanos de drenaje sostenible para reducir caudal pico y evitar sobrecargas de los sistemas pluviales y posteriores inundaciones).



de sequía asociados con el ahorro de agua y la reducción de emisiones por ahorro de energía en edificaciones³⁵ y su relación con las licencias de urbanismo y construcción. También podría aportar desarrollando los instrumentos de gestión y financiación del desarrollo urbano de la Ley 9 de 1989 y la Ley 388 de 1997.

Finalmente, se propone conciliar el modelo de sostenibilidad con el modelo de desarrollo económico, por lo que es fundamental que los PIGCCS, el PND y en general los instrumentos

que definen políticas nacionales se alineen con los objetivos, apuestas y propuestas de transformación de la E2050, con los compromisos adquiridos por el país a través de las NDC y que se replanteen mensajes basados en combustibles fósiles y la explotación de los ecosistemas que contradicen el modelo de sostenibilidad para un futuro carbono neutral y resiliente al clima.

Territorialización de las políticas nacionales

Frente a la territorialización de las políticas nacionales se propone i) profundizar en la integración de los lineamientos nacionales de cambio climático en los instrumentos de ordenamiento territorial, ambiental y del desarrollo, ii) materializar la incorporación del componen-

35. La resolución 0549 de 2015 del MVCT planteó metas graduales de ahorro de agua y energía para las ciudades del país, estas se vienen implementando desde su expedición.

te de gestión del riesgo en los instrumentos de ordenamiento territorial y planificación del desarrollo en articulación con los de planificación ambiental y optimizar sus alcances técnicos y escalas, iii) fortalecer la planificación desde la perspectiva regional para responder a retos que sobrepasan los límites político administrativos, iv) profundizar la capacidad de implementación de los instrumentos, la gestión y financiación, así como el seguimiento y evaluación, v) la priorización de procesos de fortalecimiento institucional y asistencia técnica, mejorando la información disponible para todo el territorio, vi) aprovechar la implementación del Acuerdo de Paz como una oportunidad para acortar las brechas territoriales.

Adicionalmente, se propone vii) consolidar enfoques diferenciales y modelos de gobernanza en la planeación del desarrollo, el ordenamiento territorial, ordenamiento ambiental y de cambio climático acordes con las dinámicas territoriales y particulares de ocupación y uso de los territorios y desarrollar modelos de gradualidad y diversidad en los instrumentos de planeación, de acuerdo con las capacidades institucionales y las necesidades de incorporación del cambio climático.

Temporalidad y secuencia de los instrumentos

En el largo plazo se debe lograr que los diferentes instrumentos de gestión del cambio climático, planificación ambiental, gestión del riesgo, ordenamiento territorial y planificación del desarrollo cuenten con una secuencia, garantizando un marco lógico y armónico entre los instrumentos. Lo anterior, atendiendo a los principios de integración, prospectiva y gradualidad establecidos en la LOOT. En el corto plazo, para lograr la inclusión del componente de gestión del cambio climático en los POT, se deben adoptar los PIGCCS y definir los mecanismos para su observancia en los demás instrumentos a través de las guías técnicas respectivas. Igualmente, el Gobierno Nacional debe reglamentar el artículo

10 de la Ley 388 de 1997, según la autorización contenida en la Ley 1931 de 2018.

Frente a la incorporación de la gestión del riesgo se destaca la necesidad de unificar las metodologías de los estudios de riesgo, siendo fundamental unificar criterios básicos u homologar metodologías, sin cerrar la puerta a nuevos métodos considerados más adecuados que surjan en el tiempo. Asimismo, el Gobierno Nacional debe apoyar a las entidades territoriales, esquemas asociativos territoriales y autoridades ambientales en la adopción de los PIGCCT y su articulación con los instrumentos ambientales, de planificación del desarrollo y de gestión del riesgo, culminando con el apoyo en la revisión y ajuste de los POT para la inclusión de los anteriores. A partir de la secuencia precedente se debe igualmente promover la armonización de los componentes programáticos de los diferentes instrumentos de planificación ambiental, territorial y del desarrollo y priorizar fuentes de financiación para la implementación.

Control y seguimiento

En cuanto a los instrumentos de planificación del ordenamiento territorial, ambiental, gestión del riesgo y gestión del cambio climático, se propone fortalecer la capacidad institucional para ejercer el control, monitoreo y seguimiento de los instrumentos. Igualmente, proponer un plan estructural de largo y corto plazo para hacerle frente a la dificultad histórica que existe en Colombia relacionada con el control, vigilancia y seguimiento de los instrumentos en el territorio. Es necesario establecer sistemas de información y conocimiento para la gestión que permitan tomar decisiones frente a la adaptación al cambio climático y articular los Planes de Gestión Ambiental Regional (PGAR) con los demás ejes estratégicos, como una oportunidad para centralizar las acciones en materia de gestión ambiental y cambio climático.

Se requiere el fortalecimiento de herramientas para organizar, administrar y producir información asociada a los aspectos territoriales y ambientales de las diferentes entidades territoriales, el fortalecimiento institucional, generación de capacidades en términos técnicos, metodológicos y de construcción y evaluación de indicadores que permitan tanto la definición de líneas bases sólidas como su ejecución y operatividad en coordinación con las iniciativas nacionales en el marco del sistema de ciudades. Para estos efectos, se plantea la formulación de un plan estructural a largo plazo adoptado a través de una política de Estado que abarque varios frentes con el diseño de objetivos claros, metas realistas y articulando los instrumentos que ordenan el gasto y las fuentes de financiación, así como el diseño de una política pública criminal con componentes jurídicos, económicos, culturales y tecnológicos que atienda las conductas delictivas que lleven a daños ambientales, bajo el reconocimiento de las realidades propias de cada territorio y los actores involucrados.

Gobernanza climática

Propone diseñar mejores mecanismos de diálogo con los actores del territorio a partir del reconocimiento de sus formas organizativas y la necesidad de encontrar escenarios en donde la voz de los participantes trascienda hacia escenarios de responsabilidad y legitimidad, por lo cual, se considera la participación ciudadana como un elemento transversal para lograr la E2050 y avanzar en i) la articulación de los espacios comunitarios con los espacios de toma de decisiones, ii) extender la participación en todo el ciclo de la política pública y iii) profundizar el alcance de la participación hacia escenarios de involucramiento y responsabilidad. Asimismo, se considera importante el diseño de espacios de interacción que permitan ver la capacidad de los diferentes actores sociales, sus agendas programáticas, objetivos políticos y posibilidades de articulación, que en el caso de las formas organizativas como las Juntas de Acción Comunal (JAC); las figuras de organización indí-

gena como parcialidades, cabildos, resguardos; los espacios autónomos de las organizaciones afro, entre otros, deberían ser percibidos como actores anclados en los territorios, con agendas y procesos que trascienden el espacio de encuentro y donde el objetivo del diálogo sea la articulación de agendas institucionales con las organizaciones sociales.

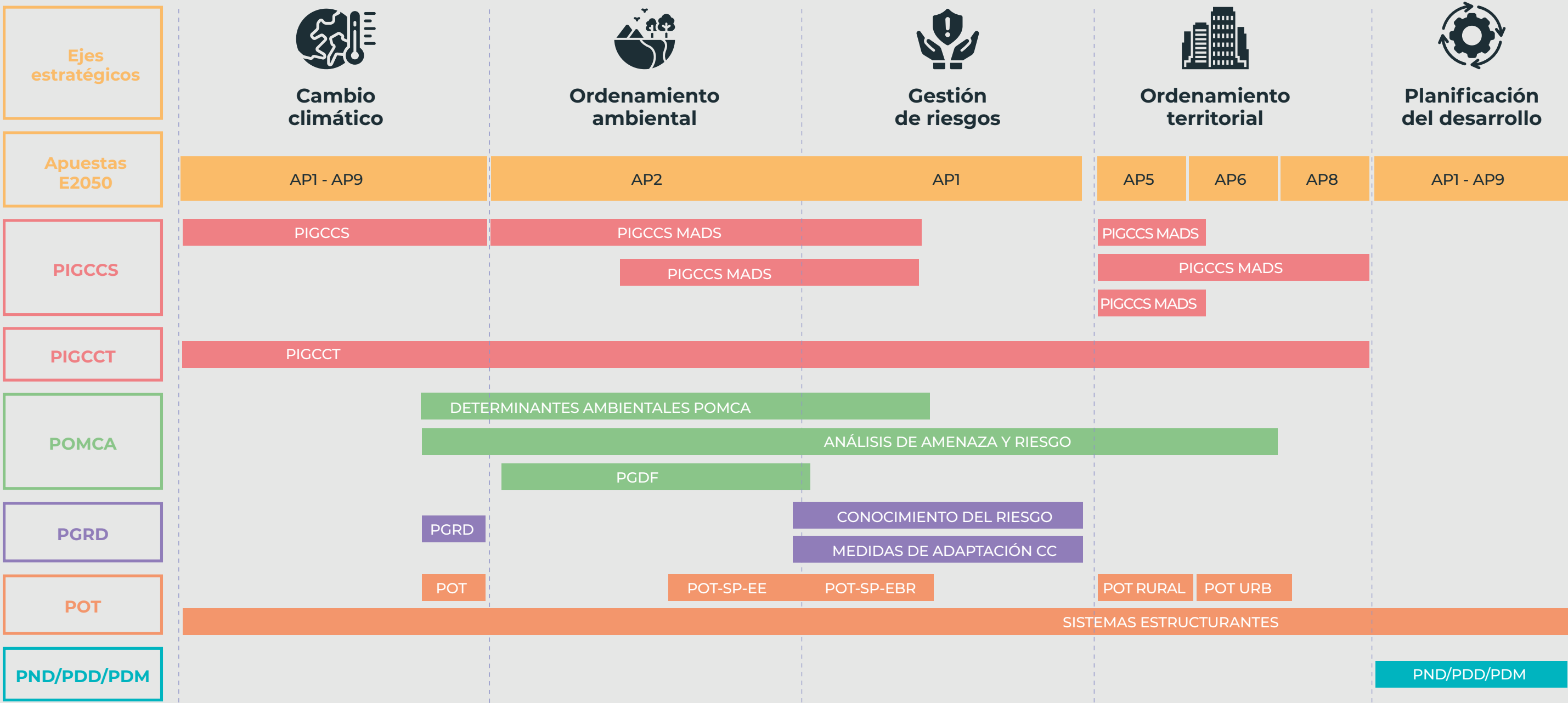
En tanto, la gobernanza se trata de crear escenarios de articulación a partir de la comprensión de las formas organizativas propias de cada territorio y en donde se formulen modelos con enfoque territorial. De esta manera, la participación ciudadana en clave de gobernanza, trasciende en los escenarios de consulta y busca que los actores locales sean parte activa durante todo el ciclo de la política: formulación, implementación, control y seguimiento, además de extenderse a todas las fases del ciclo de la política y tener la capacidad de impactar efectivamente en el diseño de políticas públicas sobre cambio climático a nivel nacional y en la regulación e implementación a nivel departamental y municipal.

Incorporación de la E2050 y sus apuestas en los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial y ambiental

Esta sección plantea qué desarrollar o profundizar en los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial y ambiental para contribuir a la implementación de la E2050 y sus apuestas para la construcción de un futuro carbono neutral y resiliente al clima en los territorios de Colombia. La **figura 32**, a continuación, muestra los instrumentos priorizados, los ejes estratégicos y las apuestas de la E2050. Es importante resaltar el traslape entre algunos instrumentos en los ejes estratégicos de la planificación y el ordenamiento territorial y ambiental, y con las apuestas de la E2050. Estos traslapes suponen transformaciones y cambios en algunos casos, pero en otros suponen la integración y articulación entre instrumentos.



Figura 32.
Relaciones entre las apuestas de la E2050 y los componentes de los instrumentos de planificación y ordenamiento ambiental y territorial
Fuente: E2050: CIDER Universidad de los Andes, 2021.



Notas

1. Si tiene cambio climático incorporado 2. SP - EE: Suelo de protección - Estructura ecológica 3. EBR: Estudios Básicos de Riesgo - Suelo de protección - condición de amenaza / riesgo 4. Suelo de protección - Producción agrícola / componente rural - CDR - Categoría de desarrollo restringido 5. Suelo de protección - Servicios públicos - Patrimonio cultural / componente urbano 6. Sistemas Estructurantes: Movilidad - Servicios Públicos - Espacio Público - Equipamientos 7. Planes de Manejo Ambiental y Áreas protegidas

Apuestas

AP1: Conocimiento climático y gestión de riesgos
AP2: Biodiversidad y servicios ecosistémicos
AP3: Producción y consumo sostenible
AP4: Transición justa de la fuerza laboral
AP5: Desarrollo rural, marino y costero residentes

AP6: Desarrollo urbano integral
AP7: Matriz energética diversificada
AP8: Movilidad e infraestructura sostenible
AP9: Adaptación población y sistema de salud



Conocimiento y gobernanza climática

Para el desarrollo de esta apuesta se plantea la incorporación del cambio climático en la reducción del riesgo y en la planificación ambiental y territorial y en el desarrollo de escenarios de clima futuro más precisos y localizados³⁶ que permitan dicha incorporación. Se propone profundizar la incorporación de escenarios futuros e históricos de amenaza y riesgo, en los análisis de amenaza y riesgo para las cuencas hidrográficas de los POMCA a cargo de las autoridades ambientales en la escala 1:25.000 para el suelo rural y en los estudios básicos de riesgo (EBR) de los POT que analizan el riesgo, incluyendo análisis de amenaza, vulnerabilidad y exposición a cargo de los municipios, en particular para el suelo urbano, de expansión y los asentamientos humanos e infraestructura crítica en el suelo rural a escala 1:5.000.

Se recomienda priorizar los territorios con mayor concentración de elementos expuestos (aglomeraciones urbanas) o los que se encuentren en mayor riesgo; también completar los EBR de los

POT para las amenazas y riesgo de inundación, avenidas torrenciales y movimiento en masa priorizadas en Colombia; simultáneamente se propone avanzar en el conocimiento e incorporación de fenómenos relacionados con la variabilidad climática y las amenazas y riesgos marino costeros³⁷, y otros, como la sequía y los incendios forestales que los POMCA y POMIUC podrían empezar a aportar en la escala regional, bajo el esquema de gradualidad y subsidiariedad.



Gestión integral de la biodiversidad

Los instrumentos de planificación territorial y ambiental aportan desde la conservación, extensión, fortalecimiento y manejo de las áreas protegidas y ecosistemas estratégicos para la absorción de emisiones y con AbE y SbN, empezando por las áreas protegidas en la escala nacional y regional, pero llegando hasta el fortalecimiento de las estructuras ecológicas en la escala local. Además de fortalecer la estructura ecológica principal, se propone consolidar la estructura ecológica complementaria, incluyendo la incorporación de medidas en los sistemas urbanos de espacio público y drenaje pluvial, la arborización urbana y los elementos privados con elementos naturales como huertas urbanas, cubiertas y muros verdes.

Se plantea promover prácticas de manejo sostenible de los recursos naturales y medidas de adaptación con énfasis en el manejo del recurso hídrico, de la biodiversidad y de las condiciones de conectividad, enfocado en la conservación y restauración de ecosistemas protegidos, corredores ecológicos y elementos para la conectividad ecológica e hidrológica, así como el manejo integral del agua desde la gestión del riesgo de impacto por cambio

climático, consolidando la seguridad hídrica de las comunidades y la conservación de los cuerpos hídricos superficiales y subterráneos.



Producción y consumo sostenibles

Para esta apuesta, los instrumentos de planificación ambiental y territorial pueden aportar en la reducción de emisiones de GEI y en la adaptación en procesos más sostenibles de cambio de uso del suelo, urbanización y edificación, a partir de una aproximación al ciclo de vida y el diseño de las ciudades y los edificios.



Transición justa de la fuerza laboral

El desarrollo de esta apuesta no se desarrollaría directamente a través de la planificación y ordenamiento territorial y ambiental, pero tiene relación con lo planteado en la apuesta 3.



Desarrollo rural sostenible diferenciado por regiones

En esta apuesta se plantea que el componente rural de los POT, los POMCA y los PIGCTT, en particular la clasificación del suelo y definición de los usos

y patrones de ocupación del suelo rural, aporten a procesos de reconversión para el uso sostenible del suelo rural, en concordancia con su capacidad agrológica, y la diversificación de actividades de producción rural que permitan un balance entre la generación de ingresos para las comunidades rurales y la conservación o restauración de áreas con capacidad de absorción de emisiones o para la adaptación al cambio climático.

También se plantea la consolidación de áreas forestadas en rondas hídricas, pendientes pronunciadas, así como barreras vivas y la integración y la gestión integral del recurso hídrico y de las áreas marino costeras en la planificación del territorio, que aporten a la absorción de GEI, a la conectividad ecológica y a la consolidación de infraestructura verde para la adaptación al cambio climático.



Ciudades-región con desarrollo urbano integral

En esta apuesta se plantea incorporar lineamientos y medidas para la resiliencia urbana en los modelos de desarrollo territorial, bordes urbanos seguros, urbanismo y construcción sostenible y articulación de la planificación urbanorural para la incorporación del cambio climático en suelos de protección y en el suelo rural. Entre los planteamientos para la resiliencia en los modelos de desarrollo territorial se propone la revitalización de zonas urbanas existentes, promoviendo la densificación y compacidad en niveles razonables en los procesos de urbanización, promoviendo el desarrollo de infraestructura y nuevos proyectos para la expansión de las áreas urbanas en áreas seguras de acuerdo con los EBR y EDR.

También se plantea el desarrollo de bordes urbanos seguros para la creación o consolidación

36. La planificación será mucho más acertada con el desarrollo de escenarios de clima futuro más detallados, además es importante resaltar que los datos climáticos históricos de las estaciones meteorológicas del IDEAM son cruciales para el entendimiento del clima pasado y los eventos extremos y patrones climáticos y fundamentales para los modelos climáticos históricos y la calibración de los modelos de clima, amenaza y riesgo futuros.

37. Inundación y erosión costera, ascenso del nivel del mar, ascenso de mareas por tormenta, intrusión salina, tormenta tropical, vendaval, entre otros.



de espacios de amortiguación entre las áreas con un nivel medio o alto de amenaza o riesgo y las áreas urbanas, armonizando las intervenciones de adaptación con su entorno urbano inmediato y la generación de espacio público, en un esquema intermedio de intervención y restauración³⁸ de las rondas hídricas y ecosistemas riparios, playas, manglares, humedales y líneas costeras o fluviales. Asimismo se promueve la implementación de medidas de retención de agua dentro de espacios privados o públicos de la ciudad, la permeabilidad del suelo y la consolidación de lugares de transición entre la estructura ecológica principal y las áreas urbanas.

38. Bordes que incorporen medidas de ecoreducción y AbE, reforestación y arborización, estabilización de taludes, y medidas de infraestructura gris, de ser necesario.

Finalmente, se plantea la implementación de medidas de adaptación en los procesos de urbanización y construcción que apuntan a generar cambios en el patrón de ocupación del suelo, con énfasis la creación de ciudades más permeables³⁹ en los nuevos desarrollos, pero también aprovechando las oportunidades que ofrecen las zonas ocupadas en baja intensidad y los vacíos urbanos (áreas públicas y privadas y los procesos de revitalización y redensificación del suelo urbano).

Además, se plantea la protección de la estructura ecológica principal y su fortalecimiento como infraestructura verde para regulación del ciclo hidrológico y aporte a la conectividad ecohidrológica, el desarrollo complementario de SUDS, suelos más permeables (con menor ocupación, e igual o mayor edificabilidad), espacio público para la adaptación (parques del agua, lagunas de amortiguación, bordes urbanos permeables). Y en edificios, localización adaptada de la infraestructura y las edificaciones⁴⁰, drenajes ecológicos, áreas arborizadas y estabilización de taludes, cubiertas verdes y seguras, ocupación y tratamiento de suelo permeables.



Apuesta 7

Matriz energética diversificada

Aunque la contribución de los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial y ambiental a esta apuesta será limitada, los POT pueden generar condiciones favorables para la

39. Ver lo planteado en relación con el manejo de caudales de escorrentía en la sección sobre articulación de las políticas nacionales.

40. En áreas seguras fuera de áreas en condición de amenaza o condición de riesgo, pero sobre todo en áreas de riesgo no mitigable.

instalación de áreas de generación de energías renovables al incluirlos como actividades permitidas o compatibles con los usos del suelo que lo permitan.



Apuesta 8

Movilidad e infraestructura sostenibles

Se recomienda que, además del sistema de movilidad, esta apuesta se extienda a la infraestructura de otros sistemas estructurantes como los de espacio público, servicios públicos y equipamientos, incrementando la capacidad de adaptación y contribuciones a la mitigación del cambio climático que pueden apalancarse mediante los instrumentos de planificación. En esta apuesta se plantea la adaptación de la infraestructura existente y la construcción de nueva infraestructura considerando escenarios de cambio climático. La reducción de emisiones y transporte a través de la compacidad de las ciudades, la optimización de los flujos logísticos, el acceso al transporte masivo y no motorizado.



Apuesta 9

Incrementar la capacidad de adaptación de la población y del sistema de salud

Aunque la salud pública está mayoritariamente ausente en la reglamentación y el alcance de los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial y ambiental, se plantea fortalecer el vínculo entre gestión del riesgo y salud pública y proveer asistencia técnica a entes territoriales.

PROPUESTAS PARA OPTIMIZAR LA CONTRIBUCIÓN
DE LOS INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN
TERRITORIAL Y AMBIENTAL A LA E2050

Fuente: E2050: CIDER 2021.

Transformaciones y cambios propuestos en los instrumentos de planificación territorial y ambiental, nacional y subnacional en Colombia para que contribuyan a alcanzar los objetivos de la E2050	2030	2040	2050
Articulación de políticas nacionales			
Integrar la mitigación y la adaptación al cambio climático en los instrumentos.			
Incorporar lineamientos en los PIGCCS para la integración entre sectores y para la territorialización.			
Conciliar el modelo de sostenibilidad con el modelo de desarrollo económico.			
Además de áreas especializadas, el cambio climático ha permeado la política pública de los sectores priorizados que cuentan con PIGCCS de manera transversal.			
Territorialización de las políticas nacionales			
Profundizar la integración de los lineamientos nacionales de cambio climático en los instrumentos.			
Materializar la incorporación del componente de gestión del riesgo en los instrumentos de ordenamiento territorial y planificación del desarrollo en articulación con los de planificación ambiental.			
Fortalecer la planificación desde la perspectiva regional para responder a las dinámicas del territorio que sobrepasan los límites político administrativos.			
Profundizar la capacidad de implementación de los instrumentos, en particular en términos de fortalecimiento institucional, gestión y financiación y seguimiento y evaluación.			
Priorizar procesos de fortalecimiento institucional y asistencia técnica.			
Mejorar la información disponible para todo el territorio.			
Acortar las brechas territoriales en los ejercicios de planeación, en el marco de la implementación del Acuerdo de Paz.			

Temporalidad y secuencia de los instrumentos			
Implementar una secuencia lógica para promover la articulación de los instrumentos de gestión del cambio climático, planificación ambiental, gestión del riesgo, ordenamiento territorial y planificación del desarrollo.			
Armonizar los componentes programáticos de los diferentes instrumentos de planificación ambiental, territorial y del desarrollo y priorizar fuentes de financiación para la implementación.			
Control y seguimiento			
Desarrollar procesos y mecanismos de seguimiento a la implementación de medidas de cambio climático.			
Fortalecer el control y seguimiento de los instrumentos de planificación y gestión ambiental, ordenamiento territorial y gestión del cambio climático.			
Fortalecer el control urbanístico para el cumplimiento de parámetros asociados al cambio climático.			
Gobernanza climática			
Diseñar mecanismos de diálogo con los actores del territorio.			
Reconocer las competencias de planeación de los pueblos indígenas.			
Las formas organizativas de las comunidades campesinas y afro son actores relevantes en la implementación de la E2050.			
Gobernanza y gobernabilidad: aliados en el cumplimiento de la E2050.			
Fortalecimiento de los instrumentos asociados a apuestas de la E2050			
Incorporar escenarios futuros e históricos de amenaza y riesgo, en los análisis de amenaza y riesgo de los POMCA (escala 1:25,000) y en los estudios básicos de riesgo (EBR) de los POT (1:5.000).			
Priorizar los territorios con mayor concentración de elementos expuestos (aglomeraciones urbanas) o los que se encuentren en mayor riesgo y completar los EBR de los POT (inundación, avenidas torrenciales y movimiento en masa).			
Avanzar en el conocimiento e incorporación de fenómenos relacionados con la variabilidad climática y las amenazas y riesgos marino costeros y otros como la sequía y los incendios forestales (POMCA, POMIUAC), empezando por la escala regional.			

6.3.3 Educación, ciencia, tecnología e innovación

La educación con enfoque en cambio climático será una educación activa para la vida, motivada por la necesidad de responder de manera integral, y desde el conocimiento y la práctica, las inquietudes personales de cada sujeto en su trayectoria educativa. Resaltará el sentido de urgencia, la responsabilidad compartida y la movilización de acciones climáticas por parte de la comunidad educativa y de los diferentes actores sociales en el territorio con el desarrollo de misiones escolares y misiones sociales alineadas con las grandes misiones de CTI definidas a nivel nacional (Parque Explora, 2021).

Se impulsará en toda la comunidad educativa la construcción de una visión holística en torno a la comprensión de la naturaleza a partir del conocimiento científico, multicultural y tradicional, producto del reconocimiento de los saberes, necesidades, roles, habilidades e intereses diferenciados de todas las comunidades y grupos sociales en los territorios del país. Se contemplará el acceso al material referente a cambio climático en distintas lenguas de comunidades indígenas, afrodescendientes y raizales, de manera que estas sean sujeto (no solo objeto) de conocimientos. Asimismo, se hará un especial énfasis en potenciar los roles, habilidades y actitudes de hombres y mujeres en la gestión del cambio climático, para que el conocimiento, desde la educación y la CTI, avance hacia la igualdad de género. Es necesaria una permanente revisión de todas las propuestas de educación y CTI en relación con la mitigación y adaptación al cambio climático para garantizar la igualdad de derechos y oportunidades de todos los géneros y con perspectivas sobre sus necesidades particulares.

La investigación, direccionada por maestros y otras personas con experiencia, será vital en las dinámicas del conocimiento y del aprendizaje con sentido. Permitirá responder a las inquietudes de los estudiantes de manera crítica y los conectará con

el bien común y el desarrollo colectivo, además de contribuir a la creación de mejores futuros para todos y de estimular vocación de futuros investigadores en todas las áreas del conocimiento desde edades tempranas.

La educación y la CTI (comprensión y valoración de la relación interdependiente y compleja entre humano y naturaleza) serán las grandes dinamizadoras del cambio de mentalidad, el desarrollo de capacidades individuales (mindset) y colectivas (mainstream) y la transformación (cultural, social, política y económica) del país. Para alcanzar la carbono neutralidad y la resiliencia climática es necesaria una sociedad que establezca su propio modelo de desarrollo con base en sus potencialidades y facultades emergentes de crecimiento socioeconómico por medio de leapfrogging (leap frogs strategy) o estrategias de saltos de rana, como se ha referenciado en español.

Los retos planetarios requieren de flexibilidad de los sistemas de educación y de CTI y de la transformación de los sistemas, las instituciones y las formas como se mide la producción y gestión del conocimiento. Esta adaptabilidad será una oportunidad para desarrollar una educación pertinente para el contexto local y regional, que fomente la formación integral de una ciudadanía global preparada para asumir dichos retos. Se desarrollarán estilos de vida y hábitos de consumo sostenibles que incentiven la demanda de nuevos productos y servicios e impulsen la generación de modelos de negocios y de empleos verdes. Esto acelerará la transición justa de la fuerza laboral, con enfoques de derechos humanos, diferenciales, de género e intergeneracionales.

Se conformará un gran Sistema Nacional de Aproximación Social del Conocimiento que permitirá identificar, visibilizar y hacer seguimiento a las acciones emergentes de la sociedad civil en cada territorio para asignar recursos para el estímulo y avance de la educación informal y CTI con enfoque en cambio climático. Esto desarrollará una ciencia ciudadana capaz de generar cono-

cimiento e información útil y disponible para las comunidades y los tomadores de decisiones, así como detonará acciones de empoderamiento climático que habrán de responder a las circunstancias propias de cada contexto y que sumarán a la resolución de las misiones sociales. Colombia integrará indicadores de medición de la apropiación, aplicación e impacto social del conocimiento, que evidencien las necesidades, contribuyan a la movilidad social y al bienestar.

Las misiones priorizadas por la misión de sabios convocarán a todos los actores de la sociedad y el sistema de CTI será permeado por dinámicas espontáneas de innovación social (de abajo hacia arriba o bottom-up). Esto dará acceso y contribuirá a la implementación (transferencia) y al desarrollo (generación) de la mejor ciencia, tecnología y conocimiento disponibles para la creación de nuevas políticas y la toma de decisiones. La sociedad se convertirá en sujeto y objeto de empoderamiento del conocimiento multidisciplinar y diverso; contribuirá, además, a una transformación sociotecnológica y bioética en todos los territorios. Así, la meta será desarrollar en los) colombianos habilidades necesarias para asumir este reto planetario: empatía, adaptabilidad, curiosidad (imaginación), pensamiento reflexivo (crítico), creatividad, emprendimiento (liderazgo) y capacidad de supervivencia (resiliencia).

Colombia diseñará y pondrá en marcha una estrategia educativa para el desarrollo de habilidades en inglés, pues este es el idioma natural para comunicar avances en materia de CTI a nivel mundial y desarrollar alianzas de cooperación internacional. Esto le permitirá al país ser competitivo y hacer colaboraciones con países potencia en educación. Lo anterior fortalecerá el desarrollo de disciplinas STEM+A, el desarrol-

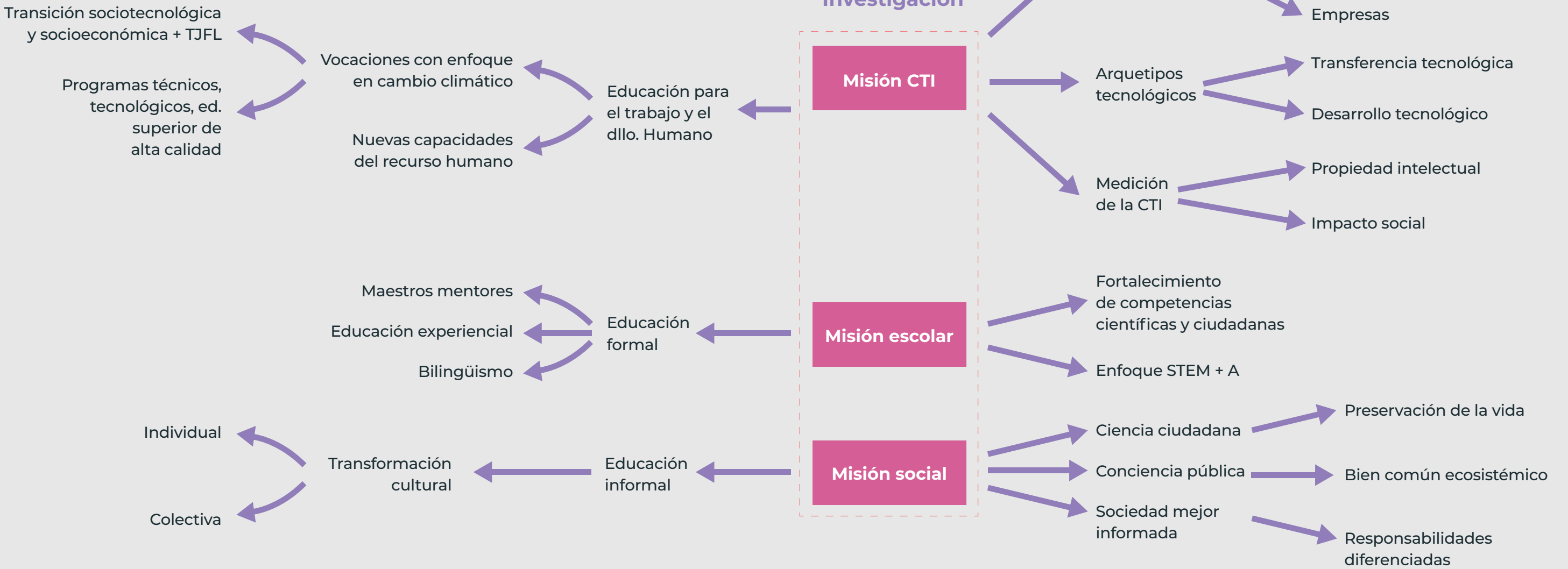
lo e implementación de tecnologías exponenciales emergentes y convergentes, así como la existencia de una cultura de innovación en las empresas basadas en tecnologías tradicionales, transformándolas en empresas de base tecnológica con competitividad mundial.

La educación, formación, sensibilización y fortalecimiento de capacidades es, y seguirá siendo, un medio fundamental para el empoderamiento de los distintos actores sociales y la movilización de la acción climática conjunta. Se requerirá un fortalecimiento de la interacción estado-academia-empresa-sociedad civil-ambiente, incluyendo la educación ambiental desde las políticas públicas y la institucionalidad en la gestión climática, al igual que las apuestas de la E2050, lo que requiere la identificación, desarrollo o direccionamiento de las políticas, estrategias e instrumentos que tienen por propósito acercar la oferta educativa con el mercado laboral. La carbono neutralidad, la adaptación y la resiliencia climática implican una transición socioecológica, que se traduce en dinámicas de los territorios, las comunidades y las instituciones, en las que la cultura y la gobernanza deberán tener como dimensión central la sostenibilidad.

Colombia, en 2050, será un país carbono neutro y con una sociedad del conocimiento para la gestión del cambio climático, capaz de implementar y desarrollar por sí misma ciencia, tecnología e innovación resilientes a las condiciones hidrometeorológicas extremas. Una nación con una conciencia pública fundamentada en la ética, donde primará categóricamente la preservación de la vida, el respeto y el reconocimiento por todo tipo de saberes, además del bien común ecosistémico por encima de cualquier interés particular.

Figura 33.
Visión CTI y educación para alcanzar la resiliencia climática
Fuente: E2050: Parque Explora, 2021.

EDUCACIÓN, FORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN
(educación ambiental)



Principios



Tabla 10.
Líneas estratégicas en educación y CTI para la E2050
Fuente: E2050: Parque Explora, 2021.

Apuestas	Líneas estratégicas	
	Educación, formación y sensibilización	Información, ciencia, tecnología e innovación
Apuesta 1. Conocimiento y gobernanza climática	Técnicos y tecnólogos formados para la obtención, digitalización, análisis y procesamiento de datos apoyados en tecnologías. Programas de educación superior y educación para el trabajo y el desarrollo humano que profundicen conocimientos necesarios para la obtención, comprensión y análisis de variables climáticas por medio de modelaciones. Ciudadanía formada para emprender acciones preventivas y afirmativas para detener la deforestación, reforestar, monitorear y verificar las distintas variables que influyen en la destrucción de los ecosistemas. Desarrollo de vocaciones STEM+A en toda la sociedad.	Sistemas de alertas tempranas para la prevención y mitigación de impactos adversos causados por eventos naturales y para la anticipación y gestión de brotes de enfermedades. Centros de síntesis creados como puente entre científicos, la sociedad y tomadores de decisión, en los que, a partir de un trabajo transdisciplinar y colaborativo, se generen síntesis de conocimientos en cambio climático para resolver preguntas y demandas específicas de la sociedad y para política pública. Una sociedad determinada a innovar para la sostenibilidad ambiental.
Apuesta 2. Gestión integral de la biodiversidad	Estrategias pedagógicas que prioricen la aproximación transdisciplinaria, multiescalar y contextual. Ciudadanía empoderada para lograr una gobernanza inclusiva, participativa e informada, útil para la toma de decisiones en los territorios, que conlleve a la reducción del riesgo climático y a salvaguardar las vidas humanas y su bienestar.	Investigaciones, en la escala de mayor detalle posible, sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de Colombia. Tecnologías para el monitoreo de la biodiversidad y del clima, así como para la preservación de las especies, implementadas, también sistemas de información geográfica fortalecidos. Productos promisorios de la biodiversidad en el mercado

Apuesta 3. Producción y consumo sostenibles	Espacios de experimentación transdisciplinaria. Profesionales en los sectores con mayor potencial para la bioeconomía (agricultura, bioquímico, farmacéutico y cosmético y bioenergía). Desarrollo de habilidades manuales, hazlo tú mismo o (DIY, por sus siglas en inglés) que incentiven el avance tecnológico, la colaboración entre técnicos y profesionales y den respuesta a las demandas de innovación del mercado. Sociedad con estilos de vida sostenibles, personas con acceso a una educación en sostenibilidad que se integre desde los primeros niveles con conocimientos prácticos, apropiando este conocimiento.	Investigación para el aprovechamiento y la sustitución de materiales. Desarrollos tecnológicos para la recuperación de materiales y de productos obsoletos y para la reutilización de los mismos. Herramientas digitales de logística reversa de residuos y de fortalecimiento de redes para consumo y producción sostenible local. Incentivo a emprendimientos sociales disruptivos a la lógica de consumo y con enfoque en soluciones.
Apuesta 4. Transición justa de la fuerza laboral	Educación técnica y tecnológica fortalecida. Fomento del desarrollo de habilidades para el liderazgo y el emprendimiento para generación de nuevas industrias y empleos verdes. Desarrollo de capacidades ciudadanas para el aprendizaje de ciencia y tecnología con enfoque en cambio climático. Ciudadanía más vulnerable con acceso a programas de formación para el empleo y con un proceso de empleabilidad prioritario.	Investigaciones transdisciplinarias para el establecimiento de una línea base y la definición de diferentes variables de medición, monitoreo y seguimiento. Modelos computacionales y tecnologías, usados para la proyección de escenarios, la medición de la transición justa de la fuerza laboral y la transparencia en el manejo de recursos. Ciencia ciudadana desarrollada.
Apuesta 5. Desarrollo rural sostenible diferenciado por regiones	Educación con un enfoque territorial y de género que incluye todos los elementos de los socioecosistemas, fortaleciendo la formación a extensionistas en cambio climático y la mejor tecnología disponible. Profesionales y técnicos para nuevas formas de producción agroecológica más sostenibles ambiental y socialmente. Ciudadanía educada, en los territorios y maritorios, sobre el consumo local. Campo y ciudad interrelacionados.	Estudios sistémicos e interdisciplinarios de los maritorios colombianos. Investigación en agroecología, los mejores arreglos de sistemas agrosilvopastoriles por regiones, tecnología para incrementar producción. Tecnología para la interoperabilidad de los sistemas de información del sector agropecuario y de los sistemas de información en biodiversidad. Innovación campesina e innovación social y comunitaria promovidas desde la ciencia agroecológica. Tecnologías apropiadas para y por las comunidades en los territorios.

Apuesta 6. Ciudades-región con desarrollo urbano integral	Capacitación a funcionarios públicos en temas de cambio climático. Concientización e información a consumidores sobre las emisiones de CO ₂ que se producen a nivel doméstico y urbano; incentivo a ser replicadores de la importancia de un consumo sostenible y veedores en el control y seguimiento de la huella de carbono de los distintos sectores de la economía. Cultura de reconocimiento al cambio climático y acciones climáticas de adaptación y mitigación en las ciudades a partir de estrategias de construcción colectiva.	Estudios en gestión del riesgo, de adaptación y de ecosistemas urbanos como respuesta a las dinámicas sociales en las ciudades acarreadas por el cambio climático. La mejor tecnología disponible para el reuso de aguas residuales, para el manejo, clasificación de residuos y su aprovechamiento. Autogeneración con fuentes renovables de energía en las ciudades con eficiencia energética. Tecnologías de la información para la toma de decisión sostenibles y sistemas de información ciudadana sobre la calidad del aire y el nivel de las emisiones.
Apuesta 7. Matriz energética diversificada	Estrategias pedagógicas que prioricen la aproximación transdisciplinaria, multiescalar y contextual. Ciudadanía prosumidora de energía y consciente de su consumo.	Investigaciones alrededor de fuentes no convencionales de energía, ciencia de datos y eficiencia energética. Tecnologías limpias y eficientes como base de una matriz energética diversificada.
Apuesta 8. Movilidad e infraestructura sostenibles	Ciudadanía que se moviliza, preferiblemente, a través de medios de transporte públicos y masivos, a pie o en bicicleta, y, en menor medida, en motos o vehículos particulares eléctricos.	Investigaciones sobre la movilidad del país y las infraestructuras sostenibles. Tecnologías al servicio de una movilidad e infraestructuras descarbonizadas y una ciudadanía informada.
Apuesta 9. Incrementar la capacidad de adaptación de la población y del sistema de salud	Actores regionales formados para una gobernanza que potencie los cobeneficios en salud y que prevenga las enfermedades sensibles al clima. Ciudadanía informada, y con capacidad de respuesta, sobre los efectos climáticos adversos para la salud.	Academia que genera información constante, actualizada, con perspectiva de género y en la escala de mayor detalle posible sobre las amenazas y los impactos del cambio climático en la salud humana, directa o indirectamente. Tecnologías que permitan generar información en tiempo real y que apoyen el sistema integrado de vigilancia y control en salud pública (SIVCSP) y los sistemas de alerta temprana (SAT).

6.3.4 Instrumentos económicos y financieros

Actualmente, Colombia cuenta con una base legal sólida de instrumentos económicos y financieros que apoyan las políticas ambientales y de desarrollo sostenible, en particular, las políticas de cambio climático y crecimiento verde. La mayoría de ellos llevan un buen tiempo funcionando y se cuenta no solo con experiencia sobre su viabilidad operativa sino también con su seguridad jurídica. También se cuenta con instrumentos que cumplen con el doble propósito de i) incentivar a los agentes privados a desarrollar acciones e inversiones que colaboran con las metas climáticas y ii) recaudar recursos fiscales que pueden ser utilizados para financiar acciones e inversiones públicas que no tienen esa misma capacidad de recaudo (Econometría 2021).

Los instrumentos más importantes con los que se cuenta al momento de la formulación de la E2050 tienen en su mayoría la capacidad para sostenerse en el tiempo y potenciarse para lograr las metas planteadas en la mayor parte de las apuestas desde ahora, hasta por lo menos el año 2050. El orden de priorización de los instrumentos actuales es el siguiente (Econometría 2021):

1. Sistema de comercio de emisiones.
2. Impuesto al carbono.
3. Incentivos a energías alternativas y EE.
4. Incentivos financieros (tasas, plazos, etcétera).
5. Exención tributaria en proyectos de CTI.
6. Instrumentos financieros Ley 388.
7. Subastas de energía renovable.

8. Incentivo a la capitalización rural.
9. Tasa por utilización del agua.
10. Pago por servicios ambientales.
11. Tasa retributiva.

Sin embargo, se han identificado algunos aspectos en los cuales se requerirá de nuevos instrumentos económicos específicos para temas como el incentivo a la bioeconomía, la economía circular, el cubrimiento de riesgos climáticos y la generación de empleos verdes con enfoque de género para adaptación al cambio climático, además de nuevos impuestos ambientales.

Para el análisis prospectivo que se presenta a continuación se clasifican los instrumentos de la siguiente forma (Econometría 2021):

- **Instrumentos de internalización de externalidades y carbon pricing:** son aquellos que buscan determinar el precio de una externalidad dentro del proceso productivo o del consumo (como pueden ser las emisiones de carbono) y buscan internalizar el costo social de esas externalidades negativas, como parte del precio de los bienes y servicios de la economía.
- **Otros instrumentos de mercado:** se trata de la creación de condiciones de mercado para estimular la libre participación de los agentes privados en la financiación de iniciativas compatibles con la política climática.
- **Instrumentos de balance de cargas y beneficios:** corresponde a intervenciones del Estado para establecer mecanismos de captación de pagos de quienes reciben beneficios de una acción pública y trasladarlos adecuadamente a quienes incurren en los costos de dichas acciones.

- **Instrumentos de subsidio y transferencia: son ayudas directas del Estado a los agentes particulares, para cambiar su comportamiento en concordancia con las políticas climáticas.**

- **Incentivos adversos: son medidas que afectan negativamente, retrasan o reducen la efectividad de las políticas climáticas y se espera que sean modificados o desmontados.**

A continuación, se realiza un análisis prospectivo de los instrumentos más relevantes existentes y los nuevos instrumentos que la E2050 propone para lograr su sostenibilidad económica en el largo plazo. También se plantea la eliminación o reformulación de instrumentos que generan incentivos adversos a los objetivos de la estrategia (Econometría 2021).

6.3.4.1 Prospectiva de los instrumentos de internalización de externalidades y *carbón-pricing*

Sistema de comercio de emisiones (SCE) (Ley 1931 de 2018)

Es un mecanismo de *carbon pricing* que asigna cupos de emisión a las empresas de distintos sectores a los que se establece la obligación de respaldar sus emisiones con estos cupos. El Estado emite la cantidad de cupos de manera compatible con las metas de mitigación y los coloca entre las empresas para que ellas los transen entre sí a través de un mercado regulado. Busca que cada empresa del sector regulado seleccione la alternativa más costoefectiva de cumplimiento de sus respectivas metas, tomando como referencia el precio que se forme en el mercado de cupos. Con esto se establece, por parte del Estado, la cantidad máxima de emisiones que se pueden permitir de acuerdo con la trayectoria requerida para cumplir las metas, el mercado, al colocar esos derechos de emisión, termina definiendo el precio de estas emisiones. Cumple con un doble propósito: permite generar incentivos para lograr

impactos positivos en crecimiento verde y, adicionalmente, financia acciones de la política en el sector público y privado, mediante transferencias de recursos entre ellos. Incentiva al sector privado a una reconversión tecnológica limpia, al incorporar el costo de la externalidad dentro del proceso productivo para quienes la continúan generando (Vivid Economics et al., 2020).

En el periodo previo a 2030 se reglamentará el SCE, para lo cual es importante contar con la retroalimentación de los agentes regulados que realizaron los ejercicios piloto. Se espera dar comienzo a la primera fase del PNCTE⁴¹, se deberán establecer y viabilizar los mecanismos de medición, reporte y verificación, establecer las reglas para la entrega de incentivos a iniciativas no reguladas (*offsets* o créditos de carbono) y definir los requisitos para la posible asignación directa de cupos a agentes regulados con riesgo de pérdida de competitividad internacional. También se deberán generar espacios de fortalecimiento de capacidades en el sector privado para crear una cultura de reporte de emisiones. Se debe estudiar la posibilidad de incorporar la obligación a las importaciones hayan realizado un pago del precio del carbono en su país de origen.

Durante el periodo 2030-2040 el SCE se debería incorporar dentro de los sectores regulados, las emisiones relacionadas con ganadería y pastoreo, así como las relacionadas con el sector agrícola (CH₄ del arroz y uso de fertilizantes) y al final de la década deberían haberse eliminado las asignaciones directas a agentes regulados que se hayan entregado. Para el periodo 2040-2050 se espera una vinculación del SCE de Colombia en los mercados en la región latinoamericana y el resto del mundo.

41. Programa Nacional de Cupos Transables de Emisión, es el nombre que la Ley de Cambio Climático (LCC) establece para el sistema de comercio de emisiones de Colombia. Programa Nacional de Cupos Transables de Emisión, es el nombre que la Ley de Cambio Climático (LCC) establece para el sistema de comercio de emisiones de Colombia.



Impuesto al carbono (Ley 1819 de 2016)

Es un tributo aplicado a la compra de combustibles fósiles al productor o importador. La tarifa del impuesto la define el Estado y está de acuerdo con el factor de emisión de cada combustible. Se cobra al inicio de la cadena de distribución de combustibles fósiles líquidos y del gas combustible de uso industrial. El costo del impuesto se transmite a través de ella hasta ser incorporado en el precio al consumidor final. En la actualidad, en Colombia se cobra una tarifa equivalente a USD 5 por tonelada de carbono emitido por los combustibles fósiles cubiertos. En los años que lleva operando, el impuesto ha dinamizado el mercado voluntario de reducción de emisiones verificadas/certificadas (bonos de carbono) debido a la posibilidad que la ley 1819/16 dio al crearlo⁴², de no causar el impuesto si se obtienen y se presentan los soportes que evidencian la remo-

ción de CO₂ de la atmósfera, por ejemplo, con proyectos de mitigación en el sector AFOLU.

En el periodo previo a 2030 se debe reglamentar la interacción del IC con el SCE, para que las emisiones de los combustibles fósiles no se internalicen dos veces. Entretanto deben estudiarse las barreras que han impedido la conformación de organismos de validación y verificación de proyectos de mitigación de emisiones, para tomar los correctivos del caso. Además, deben establecerse estándares de validación y verificación de calidad que permitan la contabilización de esas reducciones para el cumplimiento de las metas.

Otros impuestos ambientales (Ley 1918 y proyecto de Ley de solidaridad sostenible)

Existen impuestos como el de uso de bolsas plásticas (decreto 2198 de 2017) que buscan desestimular el uso de ese tipo de empaques desechables y estimular los reutilizables o biodegradables en especial en supermercados y grandes superficies. Otros impuestos que se han discutido y que pueden cumplir con este objetivo de internalizar costos ambientales son el impuesto a los plásticos de un solo uso y el impuesto a los plaguicidas. Estos impuestos presentados en el Proyecto Ley de Solidaridad Sostenible en 2021 como fuentes de recursos

42. En el mercado voluntario de «bonos de carbono» o créditos de compensación, los consumidores de combustibles gravados pueden adquirir reducciones de emisiones de los proyectos de mitigación para no causar el impuesto al carbono (cancelándolos a favor del sujeto pasivo del impuesto al comienzo de la cadena de suministro). Este mercado es diferente del futuro SCE, pero se espera que se vinculen. Un bono de carbono es diferente del futuro cupo transable de emisión del SCE pues el primero reconoce la reducción de emisiones en una tonelada de CO₂ mientras que el cupo o derecho de emisión, autoriza a quien los posee a emitir una tonelada de CO₂.

para un nuevo fondo que se denominaría Fondo de Cambio Climático y Desarrollo Sostenible, el cual financiaría iniciativas de mitigación y adaptación al cambio climático. Se espera que antes de 2030 puedan ser considerados y aprobados para que entren en operación.

6.3.4.2 Prospectiva de otros instrumentos de mercado

Subastas de energía renovable (Ley 1955 de 2019)

Es un mecanismo que promueve la contratación de largo plazo para proyectos de generación de energía eléctrica que tengan una capacidad efectiva total, mayor o igual a 5 MW. Los comercializadores del mercado de energía mayorista están obligados a que entre el 8 % y 10 % o más de sus compras provengan de fuentes no convencionales de energía renovable. Esto permite que exista una demanda importante para el desarrollo de dichas subastas.

Es previsible que las subastas en el mediano y largo plazo sigan realizándose, cada vez más frecuentemente y con un número cada vez mayor de oferentes. Para la década de 2030 a 2040, la capacidad instalada en energías limpias permitirá que se minimicen o reduzcan a cero los despachos de carboeléctricas que no cuenten con mecanismos de captura y almacenamiento de carbono (IPCC, 2005) y durante la década de 2040 a 2050 se espera que suceda algo similar con las térmicas a gas. Varias de estas plantas seguirán existiendo para garantizar la confiabilidad del sistema y evitar racionamientos en momentos de insuficiencia temporal de la oferta.

De acuerdo con los escenarios prospectivos y las metas de la estrategia se esperaría que a 2030 la proporción de fuentes no convencionales de energías renovables en el país esté alrededor del 30 % para 2040 dicha proporción aumente a 60 % y a partir de 2050 se establezca alrededor de 75 %. De cumplirse estos escenarios, en algún

momento en la década de 2030 a 2040, o antes, podrían dejar de ser necesarias estas subastas especializadas, así como la obligatoriedad de compra de un porcentaje por parte de los comercializadores. Estas tecnologías se integrarán en las dinámicas normales de los mercados de electricidad.

Fondos de inversión para bioeconomía y producción sostenible(nuevo)

Este nuevo instrumento se propone con dos objetivos: articular los elementos necesarios para desarrollar bienes y servicios basados en la biodiversidad y obtener fondos complementarios para viabilizar estas iniciativas. La bioeconomía requiere articular investigación científica y tecnológica aplicada, inversiones e implementación de procesos productivos para lograr un aprovechamiento rentable pero respetuoso de los ecosistemas y las comunidades, operación logística eficiente y capacidad de comercialización incluyendo marketing y pedagogía del consumidor. Asumir articuladamente estos complejos retos demanda importantes recursos financieros.

Se propone entonces contar con una combinación de fuentes de recursos: subsidio (condicionado a cumplimiento de compromisos), financiación blanda o capital de riesgo por parte del estado, aportes en inversión por parte de los gestores de proyecto, aportes en trabajo por parte de universidades o centros de investigación y un componente de capital de riesgo privado. También podrá ampliarse a iniciativas de producción sostenible, bioenergía o economía circular que requieran capital de inversión y sean de un tamaño interesante o que puedan agregarse para atraer inversionistas de riesgo.

Para esto se puede crear un vehículo tipo fondo de inversión con apoyo de la banca de desarrollo para estructurar financieramente los proyectos y atraer capital de riesgo privado. En este tipo de fondos los inversionistas aportan recursos y la

recuperación de su capital como los rendimientos, dependerán de los resultados en términos de pérdidas o ganancias de los negocios que se financien. De allí, la importancia de una adecuada estructuración y de contar con una proporción de recursos no reembolsables (aportados por el Estado o por fuentes de cooperación internacional) en aquellas líneas de producción que no alcanzan a ser comercialmente rentables pero son deseables desde el punto de vista social y ambiental y se busca incentivar.

Se espera que antes de 2030 se cree el programa y se definan las primeras líneas de producción priorizadas. El sector productivo y las comunidades, podrá así enfocarse en generar ideas de negocio en esas líneas. Estos procesos podrán entonces ser monitoreados y evaluados de manera que en la década de 2030 a 2040 se pueda ampliar el número de líneas y diversificar la oferta de Colombia en productos derivados de la biodiversidad. En la década de 2040 a 2050, se deberían consolidar y ampliar los mercados y los productos de la biodiversidad deberían representar una alta proporción de las exportaciones. El programa debería entonces desaparecer como apoyo estatal o solo permanecer como mecanismo para explorar nuevas líneas de negocio.

6.3.4.3 Prospectiva de los instrumentos de balance de cargas y beneficios

Tasa por utilización del agua (Ley 99 de 1993)

Es la obligación de todo usuario del agua tomada de fuentes naturales a pagar por el acceso a este recurso. Los recaudos por esta tasa son rentas de las autoridades ambientales que asignan las concesiones de agua y deben destinarse prioritariamente a actividades de protección y recuperación de las cuencas hidrográficas. Además, se permite asignar parte de los recaudos a administrar la aplicación del instrumento, incluyendo la generación de información sobre el comporta-

miento de las concesiones de agua. Es un instrumento de larga trayectoria y con alto potencial para incentivar un uso racional del agua, pero por las bajas tarifas establecidas por las autoridades nacionales ha tenido poco impacto ambiental y bajo recaudo financiero (OECD/ECLAC, 2014).

Se espera su revisión, evaluación, seguimiento y adecuación en la primera fase de la estrategia, antes de 2030, teniendo en cuenta los requerimientos de las políticas de manejo de cuencas hidrográficas, para fortalecer la aplicación de las políticas de cambio climático. De 2030 en adelante se espera que se hayan adecuado las tarifas para que internalicen el costo de las inversiones que se requieren para asegurar su suministro regular e incentiven su uso eficiente, como lo sugirió la misión rural (DNP, 2015). En el caso de las transferencias del sector eléctrico a las corporaciones autónomas regionales, se requiere fortalecer los mecanismos de monitoreo, reporte y verificación (MVR) de las inversiones que se realicen con estos recursos para efectos de conservación de las cuencas hidrográficas.

Tasa retributiva (Ley 99 de 1993)

Según la legislación, es un pago que se debe realizar por el uso de la atmósfera, del agua o del suelo para depositar desechos o desperdicios, aguas servidas, humos o vapores y sustancias nocivas que resulten de actividades humanas, por las consecuencias nocivas generadas por estas actividades. El recaudo es renta propia de las corporaciones autónomas regionales y debe ser destinado a proyectos de inversión en descontaminación y monitoreo de la calidad del recurso respectivo, así como a cubrir los gastos de implementación y seguimiento de la misma tasa. Aunque estas tasas tienen una larga tradición, solo se han aplicado a los vertimientos de materia orgánica y sólidos suspendidos a los cuerpos de agua, sin que a la fecha hayan sido reglamentadas para emisiones a la atmósfera o a la disposición de desechos sólidos. Aunque ha tenido efectos ambientales positivos en algunas regiones, la

OECD recomienda su evaluación para generar ajustes que permitan potencializarlo a futuro con mayores tarifas y mejores coberturas (OECD/ECLAC, 2014) (OECD, 2013).

En los próximos años, mucho antes de 2030 es importante realizar evaluaciones concluyentes sobre la efectividad de las normas que reglamentan las tasas retributivas y el desempeño institucional en su aplicación. En este periodo se deben expedir normas para ampliar la base de liquidación en vertimientos al agua que se realizan de manera dispersa y para otros residuos industriales, mineros y agropecuarios, así como para cubrir el costo social de las afectaciones de salud de las emisiones atmosféricas a nivel local.

Pago por servicios ambientales (Ley 99 de 1993)

El pago por servicios ambientales (PSA) es un incentivo que actores públicos o privados, interesados en un servicio ambiental, pagan a los actores que realizan el esfuerzo de conservación o restauración de ecosistemas. Uno de esos servicios puede ser la regulación de caudales y la conservación de cuencas hidrográficas, pero también aplica para la remoción de carbono de la atmosfera. Los pagos por servicios ambientales se han relacionado frecuentemente con la regulación de corrientes y preservación de fuentes de agua pues la Ley 99 de 1993 que creó la tasa por uso de agua antes mencionada, también estableció el pago de un 1 % del valor de las inversiones de los proyectos que utilizaran agua, para asignarlos a la protección de las cuencas abastecedoras (Vivid Economics et al., 2020).

Durante el periodo 2030 a 2040 se espera una consolidación del mecanismo, por lo cual a partir del resultado de las evaluaciones aplicadas se realizarán las adecuaciones normativas que se requieran y se debería comenzar a incorporar recursos privados dentro de las fuentes de financiación. Si bien las tasas de agua las pagarán los privados por los beneficios que obtienen del uso del agua, será necesario establecer otros cobros

que permitan remunerar otros servicios ambientales y otros tipos de beneficios. El periodo 2040 a 2050 debería ser un periodo de estabilización y crecimiento natural de las áreas con PSA.

Instrumentos financieros para el ordenamiento territorial (Ley 388 de 1997)

Los instrumentos necesarios para financiar las iniciativas de planificación urbana, en general, fueron establecidos por la Ley 388 de 1997, buscando la función social y ecológica de la propiedad, la prevalencia del interés general sobre el particular y la distribución equitativa de las cargas y beneficios (Econometría Consultores, 2013). La distribución adecuada de las cargas y los beneficios permite que las actuaciones que se realicen sobre el hábitat de las ciudades sean económica y financieramente viables, asignando los costos a los beneficiarios de dichas actuaciones (Acaldía de Medellín, 2006).

Es recomendable, antes de 2030, comenzar un proceso de intercambio de conocimientos entre mandatarios locales y de calificación de sus equipos técnicos en temas de financiamiento. En muchos de los casos, se requerirán soluciones que además de transformar las ciudades para las generaciones futuras corrijan fallas estructurales en el diseño, planificación o desarrollo espontaneo de dichas ciudades, lo cual puede implicar sobrecostos que deben ser redistribuidos socialmente de una manera justa. Deben también adecuarse los instrumentos para garantizar una distribución de cargas equilibrada entre la generación actual y las generaciones futuras, así como tener en cuenta la capacidad económica diferencial de los ciudadanos. Para ello se deberán gestionar fuentes de recursos de largo plazo, tanto estatales como privadas, las cuales pueden ser de origen nacional o internacional, garantizando que los instrumentos de recaudo tengan la capacidad de mantenerse en el tiempo. También se debe estudiar la aplicabilidad de estos instrumentos para los ámbitos rurales y desarrollar metodologías y guías de aplicación para los mandatarios locales.

Mecanismos de depósito/reembolso para economía circular (nuevo)

Se propone crear un instrumento tributario (gravamen) que se aplicaría a los bienes que generan residuos sólidos no biodegradables. Buscaría incrementar el precio final del bien (aplicando un gravamen). La tasa de este tributo debe calcularse de tal manera que genere los recursos necesarios para pagar los costos de reciclaje del residuo. Mediante un fondo parafiscal se recaudan estos «depósitos» y los recursos obtenidos se transferirían a quien garantice el aprovechamiento y reincorporación del residuo dentro del ciclo productivo, aplicando criterios de economía circular. Como en general uno de los mayores costos son los de recolección de los residuos, este mecanismo puede generar incentivos y remuneraciones tanto a los consumidores para devolver los materiales sobrantes, como a la población recicladora en el desarrollo de la recolección, acopio y separación.

En el periodo anterior a 2030 se espera la creación legal de este mecanismo y su reglamentación para los principales materiales, en las fases de 2030 a 2050 se deberán incorporar nuevos materiales e incrementar paulatinamente las metas.

Seguros catastróficos para infraestructura pública (nuevo)

Se trata de reglamentar la obligación de asegurar las infraestructuras públicas frente a contingencias climáticas y la incorporación del costo de este cubrimiento de riesgos en los presupuestos, tarifas, peajes y demás sistemas de recaudo y financiación de dichas infraestructuras. En esta dirección, el Ministerio de Hacienda y Crédito Público ha propuesto ampliar los seguros para reducir la vulnerabilidad fiscal al cambio climático, teniendo en cuenta que durante el fenómeno de La Niña de 2010-2011 solamente el 7 % las pérdidas provocadas estaban aseguradas (OECD/ECLAC, 2014).

Se espera, mucho antes de 2030, establecer la obligación de adquirir este seguro a cargo de aquellos agentes económicos públicos o privados que construyan obras de infraestructuras, de tal manera que su costo se incorpore dentro de los esquemas de remuneración correspondientes (tarifas, peaje, pagos por contratos, etcétera).

6.3.4.4 Prospectiva de los instrumentos de subsidio y transferencia

Incentivos financieros a la mitigación y adaptación como redescuento y tasas compensadas, plazos y periodos de gracia (actual por transformar)

Comprende la creación de líneas de crédito con tasa preferencial condicionada al cumplimiento de metas de mitigación o adaptación al cambio climático y en general proyectos relacionados con todas las apuestas de la estrategia, de acuerdo con la taxonomía verde que se expedirá durante la primera fase de la E2050. El instrumento es un fondo (o una cuenta en un fondo existente) destinado a financiar una parte de la tasa de interés de créditos comerciales destinados a medidas de mitigación o adaptación al cambio climático, en donde la reducción del costo financiero se condiciona a la verificación de la efectividad de las inversiones en cuanto a reducción de emisiones de CO₂ equivalente o a la reducción del riesgo climático en indicadores definidos para tal fin. También se ha complementado tanto en la banca de segundo piso como en la comercial con un instrumento clave para la captación de recursos desde los inversionistas privados: los bonos verdes.

En el periodo anterior a 2030 se requiere un fortalecimiento importante de los bancos de segundo piso (Finagro, Bancóldex, Findeter y FDN) con base en un diagnóstico interno que permita determinar si se requieren cambios organizacionales, creación de nuevos vehículos de inversión, mejoramiento de sistemas de información, establecimiento de auditorías ambientales a los proyectos, etcétera.

En este periodo debe contarse con una taxonomía verde que permita establecer claramente qué tipo de proyectos podrán considerarse como proyectos de sostenibilidad ambiental. Esto será fundamental para generar confianza, tanto en el Estado para la asignación eficiente de incentivos, como en el sector privado para lograr una expansión sustancial en la captación de recursos para este tipo de iniciativas a través de bonos verdes.

En el periodo 2030-2040 se espera un incremento importante en la financiación de proyectos privados a través de programas financiación conjuntos y coordinados entre bancos de desarrollo con una baja proporción de apoyo directo con recursos públicos. El periodo 2040 a 2050, se espera una estabilización de la oferta y demanda por financiamiento.

Incentivo a la capitalización rural para sistemas silvopastoriles y agroforestales (actual por transformar)

Consiste en la entrega de un subsidio para cubrir hasta el 40 % de las inversiones, condicionado a la verificación de la realización de ellas, las cuales se desarrollan a través de un crédito de descuento que otorga FINAGRO. Se ha utilizado para la implementación de proyectos silvopastoriles, incluyendo la siembra de especies forrajeras no maderables y las especies forestales maderables, asociadas a la producción ganadera. Se plantea destinar recursos suficientes para viabilizar proyectos tanto silvopastoriles como agroforestales y de agricultura inteligente, priorizando productores agropecuarios vulnerables.

En el periodo hasta 2030 se debe reestructurar el ICR para fortalecerlo, buscando diversificar las fuentes de recursos, las cuales además de recursos públicos del nivel central podría incluir financiación de la banca multilateral y donaciones de cooperación internacional.

En el periodo posterior a 2030 se consolidaría el instrumento para incentivar nuevas iniciativas de agricultura y ganadería sostenibles.

Incentivos a energías alternativas y eficiencia energética (Ley 1715 de 2015)

Se trata de un conjunto de incentivos financieros y tributarios para que los agentes privados realicen proyectos de uso racional de la energía y para la generación eléctrica a través de fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER). En términos de financiamiento para estos incentivos, la Ley 1715 creó el Fondo de Energías no Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE) que recibe recursos del mercado mayorista de electricidad, del presupuesto nacional y de donaciones de terceros. El FENOGE cuenta con la posibilidad de financiar total o parcialmente, de forma reembolsable o no reembolsable planes programas y proyectos de FNCER y EE. Contempla la posibilidad de compartir riesgos en inversiones de capital, realizar inversiones directas y ofrecer tasas compensadas (MME, 2017). También incorpora un conjunto de incentivos tributarios y financieros que están encaminados a lograr un crecimiento en la generación energética a partir de energías renovables.

Antes de 2030, se contempla promover la consolidación de empresas de servicios energéticos (ESE) [o *Energy Service Companies (ESCO)*] que proporcionen estos servicios asumiendo los riesgos técnicos y económicos asociados con proyectos de eficiencia energética y basando su remuneración en la participación sobre los ahorros que se obtengan a partir de las mejoras de eficiencia energética (UPME, 2018).

Para el periodo 2030-2040 se espera que exista un número de ESCO que implementen proyectos de eficiencia energética y a cambio participen en las ganancias por ahorros de costos de las empresas que atienden.

Exención tributaria en proyectos de ciencia, tecnología e innovación (CT+I) (Ley 633 de 2000 y posteriores)

Este instrumento busca incentivar el desarrollo de proyectos de CT+I por parte de las empresas

en alianza con actores reconocidos por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. Tiene una cobertura amplia pues aplica no solo para proyectos climáticos sino para cualquier tipo de iniciativa de CT+I. Incluye descuentos de hasta el 25 % del impuesto de renta, crédito fiscal a Mipymes hasta por 50 % de la inversión y deducciones por vinculación de doctorados y beneficios tributarios para los investigadores.

Es importante, en el periodo hasta 2030, realizar un diagnóstico que determine las causas de la no utilización de estos incentivos. Esto permitirá establecer las medidas de transformación necesarias y los mecanismos de información para conocer y difundir el uso de los beneficios otorgados, sus resultados e impactos. El periodo 2030 a 2040 debería ser un periodo de crecimiento en donde la cobertura en medianas y pequeñas empresas se incremente sustancialmente, en el periodo 2040 a 2050 se buscaría una estabilización de la utilización de estos beneficios y, dependiendo de las dinámicas de inversión de las empresas, una eventual reducción para disminuir el costo fiscal.

Subsidios focalizados con enfoque de género para la extensión agropecuaria y climática (nuevo)

La ley 1876 de 2017 establece la creación de una tasa retributiva departamental para el cubrimiento de los costos del servicio público de extensión agropecuaria, pero también establece la posibilidad de otorgar subsidios para la cofinanciación de dichos costos. Particularmente prevé la priorización de la población pobre, víctimas del conflicto, mujer rural y otros criterios, todo esto sujeto a la disponibilidad de recursos.

Este instrumento se potenciará para el cumplimiento de las metas climáticas de largo plazo si diversas fuentes de financiación aportan recursos al Fondo Nacional para el Servicio de Extensión Agropecuaria, o a los fondos departamentales específicos, promoviendo la inclusión de las temáticas de adaptación, producción sostenible, mitigación y

demás medidas de la apuesta de desarrollo rural sostenible, de la estrategia climática.

Antes de 2030, se deberán incorporar dentro de los temas de extensión agropecuaria el tratamiento de los ambientales, de cambio climático y gestión de riesgos naturales, así como el conocimiento de tecnologías de agricultura inteligente, manejo de praderas, ganadería sostenible, conservación de cuencas, sistemas silvopastoriles y agroforestales. En el periodo 2030 a 2040 se buscará el crecimiento de la cobertura en todos los departamentos y el crecimiento de los fondos departamentales de extensión agropecuaria. En el periodo 2040 a 2050, se habrán cubierto todas las zonas de la frontera agrícola y las labores de extensión, serán de refuerzo, de actualización y de atención a nuevos productores.

Incentivo a seguros climáticos privados (nuevo)

Los seguros permiten cubrir riesgos de baja probabilidad y alta severidad. Tanto para los procesos productivos como para los hogares expuestos a riesgos climáticos son un instrumento que permite afrontar de mejor manera las consecuencias de posibles eventos climáticos como inundaciones, deslizamientos, sequías, etcétera. Dependiendo de la percepción de riesgo de quienes los toman son en general vistos por empresarios y hogares como un costo adicional que no es necesario. Sin embargo, se puede incrementar la cobertura si se subsidian parte de estos costos con recursos no reembolsables.

Antes de 2030 deben establecerse los siniestros y activos priorizables (por ejemplo, riesgos de inundación o deslizamientos para conjuntos residenciales de vivienda de interés social, riesgos de sequía o inundación en cultivos permanentes y seguros de cosecha de cultivos permanentes), diseñar el programa y ponerlo en marcha. Después de 2030 se debe ampliar la cobertura al mismo tiempo regulando la reducción en las primas.



Incentivo al empleo comunitario en adaptación al cambio climático con enfoque de género (nuevo)

En la implementación de programas de adaptación climática (desde generación de conocimiento hasta la implementación de sistemas de alerta temprana) a nivel comunitario, se requiere el desarrollo de redes de información formales e informales, organización de actividades y otras labores que pueden generar empleos verdes en las comunidades. Sin embargo, es posible que estas oportunidades de empleo se presenten en un ambiente de discriminación de género que perjudique la posibilidad de las mujeres para acceder a ellos. Particularmente, para temas de adaptación, las mujeres suelen tener importantes capacidades de liderazgo, transformación, organización y comunicación. El instrumento se

trata de un incentivo monetario para establecer remuneración de los trabajos necesarios para la implementación de las medidas de adaptación condicionado al cumplimiento de criterios de equidad de género.

Mucho antes de 2030, el programa debería diseñarse y ponerse en marcha de manera transversal como complemento de los diferentes proyectos de adaptación al cambio. Una primera acción es buscar fuentes de fondos, con organizaciones internacionales compatibles con los objetivos de generación de empleo y enfoque de equidad de género. Luego debe llevarse a cabo un diagnóstico de en cuáles proyectos se desarrollan actividades que exigen tiempo y dedicación por parte de personas de la comunidad que no son remuneradas por ello.

6.3.4.5 Prospectiva de eliminación de incentivos adversos a la estrategia

En cuanto a instrumentos que actualmente se encuentran implementados pero que generan incentivos no deseados o contrarios a los objetivos y metas de la estrategia, es necesario tener en cuenta que en muchos casos existen barreras de tipo político, económico o legal que dificultan su desmonte inmediato. Sin embargo, en cada caso será necesario evaluar sus beneficios y costos frente a las políticas y estrategias de largo plazo para determinar las transformaciones o la necesidad de instrumentos complementarios para su desmonte. En esta sección se describen algunos de los ejemplos más importantes de estos incentivos adversos.

Distorsión en la base gravable del impuesto predial rural

El acceso al uso del suelo rural tiene altos niveles de informalidad y la concentración de la propiedad de la tierra se encuentran entre los más elevados del mundo⁴³. El coeficiente Gini de propiedad de la tierra⁴⁴ se aproxima a 0.9 (Suescún y Fuerte, 2017) El uso inadecuado de la tierra es un lastre para el desempeño económico y ambiental del sector agropecuario. Al rededor del 35 % de la superficie de

43. Colombia es el quinto país con la propiedad del suelo más concentrada después de: Barbados (Gini=0.94), Paraguay (0.94), República Checa (0.92) y Chile (0.91).

44. Se calcula sobre el área de propiedad privada diferente de territorios colectivos.

tierras del país se dedica a la ganadería, expandiéndose continuamente a lo largo de los años, mientras que solamente la mitad de dicha superficie es realmente apta para el pastoreo. Los incentivos tributarios y los subsidios gubernamentales han respaldado la tenencia de grandes latifundios y la subutilización del suelo, dando lugar a ineficiencias en el mercado de tierras y se han exacerbado las desigualdades en la tenencia, con impactos negativos en el medio ambiente. La ganadería extensiva es una de las principales causas de deforestación y degradación del suelo, de emisiones de gases de efecto invernadero y de consumo y contaminación del agua (OECD/ECLAC, 2014).

Una de las principales causas de esta situación son los subsidios indirectos al uso ineficiente del suelo rural. Son pocos los municipios que disponen de registros catastrales actualizados, debido a los altos costos del cálculo del valor de la tierra y a la presión de grupos locales para que no se actualicen estos registros. Un sistema de impuesto predial modernizado, que refleje el real valor comercial, incentivaría un uso más eficiente del suelo y un mercado de tierras más dinámico, con efectos positivos en la reducción de la transformación del bosque en praderas de baja productividad (OECD, 2015). Además, incrementaría el recaudo de las autoridades ambientales regionales susceptibles de ser invertidos en mitigación y adaptación al cambio climático.

Distorsión en la base gravable y en la tarifa del impuesto a los vehículos

La legislación tributaria establece un impuesto sobre vehículos automotores cuyos recaudos se destinan a las autoridades territoriales (Ley 488 de 1998). Las tarifas de este impuesto oscilan entre el 1.5 % y 3.5 % sobre el valor comercial del vehículo definido anualmente por el Gobierno Nacional, correspondiendo la tarifa más alta a los vehículos de mayor valor comercial. Teniendo en cuenta que los vehículos tienen un menor valor comercial a medida que son más antiguos, y por tanto, más contaminantes, este impuesto



premia a los vehículos más contaminantes con una base gravable menor y con una tarifa más baja. Dado que el impuesto a los vehículos no está vinculado a su comportamiento ambiental, la OECD recomienda reestructurarlo teniendo en cuenta su contribución a las emisiones de gases de efecto invernadero y a los contaminantes atmosféricos locales que afectan la salud de las personas (OECD/ECLAC, 2014). La tasa que correspondería pagar por ese componente ambiental en el impuesto por un vehículo debe tener inmerso los factores de emisión asociados, corresponder con el tamaño del motor, con la edad del vehículo, con la tecnología usada y con el tipo de combustible

Subsidios implícitos a los combustibles y diseño del fondo de estabilización de precios

Colombia tiene una tradición histórica de regulación de precios de los combustibles líquidos por parte del Estado. Con el auge de los subsidios a los precios internos en relación con los internacionales entre 1998 y 2006, en 2007 se establecieron nuevas reglas de fijación de precios a partir de los precios internacionales y se creó el Fondo de Esta-

bilización de Precios de los Combustibles (FEPC) como instrumento para suavizar la variabilidad de precios internos en relación con la inestabilidad del precio internacional. Sin embargo, a partir de 2011 se identifica un subsidio implícito a los combustibles, el cual se refleja en un déficit acumulado del FEPC a finales de 2018 de 10.6 billones de pesos, equivalentes al 1.3 % del PIB de dicho año. Subsidio que se estima equivale en 2018 a entre 8 % y 16 % sobre el precio final de la gasolina y del diésel, respectivamente (FMI, 2019).

Beneficios al precio de los combustibles en zonas de frontera

Estos beneficios consisten en la exención de IVA, arancel e impuesto nacional a la gasolina y el ACPM, así como compensaciones al transporte y otros subsidios. El Ministerio de Minas y Energía asigna cupos de combustible con beneficios a los municipios de frontera y los distribuye entre las estaciones de servicio existentes. Esto permite a la población adquirir combustibles líquidos a un precio reducido. El Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 plantea una primera reforma que llevaría a focalizar los subsidios desde la demanda de combustibles y no desde la oferta como se hace actualmente. Para el largo plazo se esperaría que estos beneficios se redireccionarían hacia medidas integrales de apoyo a los municipios de frontera y se traduzcan en inversiones en bienes públicos y especialmente en el fomento de la eficiencia energética y la generación con energías limpias. Esto con el fin de cumplir con el espíritu de la ley para promover el desarrollo de estas zonas, sin incentivar la quema de combustibles fósiles.

Beneficios tributarios a industrias extractivas

Históricamente, los sectores petrolero y minero han recibido grandes ventajas fiscales en Colombia. Por ejemplo, hasta 2010 se beneficiaban de elevadas deducciones sobre las inversiones, debido a su elevada intensidad de capital

y hasta 2011 las empresas mineras en las zonas fronterizas recibían descuentos de precios para el combustible diésel y la gasolina. Además, la recaudación fiscal que el Gobierno obtiene del sector petrolero parece relativamente baja en comparación con los niveles internacionales. Si bien algunas de estas ventajas se han atenuado y otras eliminado, un sinnúmero de deducciones y otras ventajas tributarias subsisten, especialmente en la fase de exploración minera y petrolera. Estas ventajas tributarias ofrecen incentivos para la inversión extranjera, pero a expensas de la transparencia del sistema impositivo y a pesar del impacto ambiental negativo de estas actividades. Al respecto, la OECD recomienda revisar el tratamiento fiscal del sector extractivo, determinando además si sus externalidades ambientales se han tenido suficientemente en cuenta. En especial, recomienda evaluar cómo podría ampliarse la aplicación de impuestos relacionados con el medio ambiente, por ejemplo, mediante la supresión de exenciones fiscales a la prospección minera y petrolera (OECD/ECLAC, 2014).

6.3.4.6 Relación de los instrumentos económicos y financieros con las apuestas de la estrategia

Los instrumentos económicos y financieros, además de garantizar recursos y generar incentivos directos e indirectos, también pueden en su aplicación coadyuvar a la obtención de beneficios que ayudan a lograr las metas de diferentes apuestas. Es el caso de la generación de empleos verdes mediante el incentivo al desarrollo de proyectos sostenibles o usando los recursos que se recaudan con algunos instrumentos, para la financiación de inversiones públicas y privadas que generan empleo.

La siguiente tabla presenta la relación entre los instrumentos actuales y nuevos que se prevé se seguirán utilizando hasta 2050 y las apuestas de la E2050. Una explicación más detallada se encuentra en los documentos de apoyo.

Tabla 11.
Relación entre los instrumentos económicos y financieros y las apuestas de la estrategia
Fuente: E2050, Econometría Consultores 2021

Instrumentos en orden de priorización		Apuesta 1	Apuesta 2	Apuesta 3	Apuesta 4	Apuesta 5	Apuesta 6	Apuesta 7	Apuesta 8	Apuesta 9
		Conocimiento y gobernanza climática	Gestión integral de la biodiversidad	Producción y consumo sostenible	Transición justa de la fuerza laboral	Desarrollo rural sostenible diferenciado por regiones	Ciudades-región con desarrollo urbano integral	Matriz energética diversificada	Movilidad e infraestructura sostenibles	Incrementar la capacidad de adaptación de la población y del sistema de salud
	Sistema de comercio de emisiones	Fuente de recursos	Fuente de recursos	Fuente de recursos	Beneficio	Fuente de recursos	Fuente de recursos	Fuente de recursos	Incentivo directo	Fuente de recursos
		Beneficio	Incentivo directo	Incentivo directo		Incentivo directo	Incentivo directo	Incentivo directo		Beneficio
	Impuesto al carbono		Fuente de recursos	Incentivo directo	Beneficio	Fuente de recursos	Incentivo indirecto	Fuente de recursos	Fuente de recursos	Incentivo indirecto
			Incentivo directo			Incentivo indirecto		Incentivo directo		
	Incentivos a energías alternativas y EE			Incentivo directo	Beneficio	Incentivo directo	Beneficio	Incentivo directo	Incentivo directo	Incentivo directo
							Incentivo directo			
	Incentivos financieros (tasas, plazos, etc.)	Incentivo directo	Incentivo directo	Incentivo directo	Beneficio	Incentivo directo	Incentivo directo	Incentivo directo	Incentivo directo	Incentivo directo
	Exención tributaria en proyectos de CT+I	Incentivo directo	Incentivo directo	Incentivo directo	Beneficio	Incentivo directo	Incentivo directo	Incentivo directo	Incentivo directo	Incentivo directo
	Instrumentos financieros ley 388				Beneficio	Fuente de recursos	Fuente de recursos			Beneficio
	Subastas de energía renovable				Beneficio	Beneficio		Incentivo directo		
	Incentivo a la capitalización rural		Beneficio	Beneficio	Beneficio	Beneficio				
			Incentivo directo	Incentivo directo		Incentivo directo				

Instrumentos en orden de priorización		Apuesta 1	Apuesta 2	Apuesta 3	Apuesta 4	Apuesta 5	Apuesta 6	Apuesta 7	Apuesta 8	Apuesta 9
	Fondos de inversión para bioeconomía y producción sostenible	Fuente de recursos	Fuente de recursos	Fuente de recursos	Beneficio	Beneficio				
			Incentivo directo	Incentivo directo						
	Mecanismos de depósito -reembolso para economía circular		Beneficio	Fuente de recursos	Beneficio	Incentivo directo	Beneficio			Beneficio
				Incentivo directo						
	Seguros catastróficos para infraestructura pública	Beneficio		Incentivo directo		Beneficio	Beneficio	Beneficio	Beneficio	Beneficio
	Incentivo a los seguros climáticos privados	Beneficio		Incentivo directo		Incentivo directo	Incentivo directo			Beneficio
	Incentivo al empleo comunitario en adaptación al C.C. con enfoque de género				Incentivo directo					Beneficio
	Otros impuestos ambientales	Fuente de recursos	Fuente de recursos	Fuente de recursos	Beneficio	Fuente de recursos	Fuente de recursos	Fuente de recursos	Fuente de recursos	Fuente de recursos
				Incentivo directo		Incentivo directo				

6.3.4.7 Nuevos instrumentos económicos en el largo plazo

Los instrumentos económicos propuestos en este documento, tanto los actuales como los nuevos, buscan aprovechar y potencializar los diseños de política existentes y previsibles, construir sobre lo que ya existe y llenar vacíos normativos en donde aún hace falta. Sin embargo, el desarrollo de la E2050 se verá enfrentado a la futura aparición de nuevas problemáticas y soluciones tecnológicas. Un ejemplo son las tecnologías que ya existen y actualmente son muy costosas pero que se prevé que a futuro sean más asequibles, como el hidrógeno azul, el hidrógeno verde y los dispositivos de captura y almacenamiento de carbono. La reciente Ley de Transición Energética prevé

que el Gobierno establezca mecanismos para su promoción. Tanto en este caso como otras innovaciones, dependiendo de las barreras y fallas de mercado que se presenten, seguramente se requerirán nuevos instrumentos económicos para incentivar a los agentes hacia las alternativas socialmente deseables.

En la creación de nuevos instrumentos se tendrán las siguientes consideraciones:

- Se deben entregar incentivos como subsidios y transferencias solamente cuando la inversión deseable, desde el punto de vista social, no alcanza a generar rendimientos suficientes para estimular a los agentes privados a hacerlas 100 % por su cuenta. Estos en lo posible deben tener fuentes

de financiación diversificadas, estar condicionados a resultados y ser decrecientes hasta desaparecer, para estimular la búsqueda de su propia sostenibilidad y reducir el costo fiscal.

- Cuando se trate de internalizar costos ambientales se deben privilegiar los instrumentos que canalizan los recursos provenientes de los agentes que generan la externalidad y directamente los ubican en los agentes que se ven afectados o realizan los esfuerzos para eliminarlas, sin necesidad de intermediación del Estado. Estos pueden ser por ejemplo instrumentos de mercado, fondos para contribuciones parafiscales u otros que equilibren las cargas y los beneficios.

- Las inversiones de muy largo plazo en bienes públicos con vidas útiles muy largas deben tener esquemas de financiación que equilibren los esfuerzos de las generaciones actuales con los de las generaciones futuras.
- Los nuevos impuestos que se establezcan, además de desestimular actividades adversas a la E2050, deberían tener destinación específica de sus recaudos, para ser dirigidos hacia temas ambientales compatibles con esta, incluyendo sistemas de información, administración y seguimiento, así como mecanismos de evaluación de sus impactos.



El camino a seguir para la implementación

y la actualización de la E2050

Desde 2021 a 2050, Colombia habrá pasado por siete mandatos presidenciales, siete configuraciones de Congreso y siete planes nacionales de desarrollo, razón por la cual el país deberá buscar una alternativa de adopción e institucionalización de la E2050 que garantice su reconocimiento, posicionamiento, articulación, coherencia e implementación en el largo plazo, sin que esto signifique crear nuevos instrumentos de gestión que compitan o suplanten instrumentos ya existentes y reconocidos por los diferentes actores nacionales y subnacionales.

Así, la E2050 no tendrá un plan de acción específico ya que no es estratégico crear un nuevo instrumento de planificación, que se termine convirtiendo en una carga presupuestal y administrativa llevando nuevas tareas potencialmente descoordinadas de los otros instrumentos con que los que la Nación y los gobiernos regionales y locales construyen sus estrategias para responder a los retos que seguirá trayendo el cambio climático. Por el contrario, dada su amplitud temática, su extenso horizonte temporal y su carácter aspiracional y no vinculante, la implementación de la E2050 buscará permear múltiples planes, políticas e instrumentos y acciones intersectoriales y territoriales para que recojan la visión de largo plazo en sus diseños y acciones, así como también, las opciones de transformación. De esta manera, se avanzará de forma ambiciosa en alcanzar los cambios requeridos para lograr la carbono neutralidad y construir la resiliencia climática socioecológica a 2050, sin desviarse en rumbos que alejen al país de estos objetivos que se han vuelto indispensables para la supervivencia de la humanidad ante la crisis climática que vive el planeta. Es decir, hay que llevar las aspiraciones planteadas en la E2050 como opciones de transformación, a metas oficializadas en instrumentos de plani-

ficación, políticas y normativa existente o nueva en Colombia, al nivel central, sectorial y territorial.

Para ello se ha desarrollado una hoja de ruta de operacionalización de la E2050 cuyo objetivo es el de generar las condiciones habilitantes para materializar las apuestas de la Estrategia 2050. Al operacionalizarse, la E2050 debe ganar el anclaje institucional, el posicionamiento público, el soporte de capacidades e información necesarias y una estructura de gestión y seguimiento para que tenga la mayor incidencia posible y se mantenga vigente y relevante para el país durante las siguientes tres décadas.

La incidencia de la E2050 podrá verse de muchas maneras, siendo las siguientes algunas de ellas:

- **Infundir visión de largo plazo en la política pública, planificación e inversión pública y privada con unos objetivos claros: carbono neutralidad y resiliencia, creando una cultura de planificación del largo plazo. Esto se logra en parte, proporcionando una visión de *backcasting* a la planificación para la toma de decisiones con objetivos de largo plazo: ¿qué debe haberse logrado en 2050 para llegar a la carbono neutralidad y la resiliencia y qué debe pasar con anterioridad para poder llegar allá?**
- **Permear instrumentos de política para materializar las nueve apuestas de la E2050 e identificar obstáculos, barreras y contradicciones de política que impidan el logro de dichas apuestas.**
- **Reencauzar el desarrollo económico, territorial y sectorial hacia sendas compatibles con los objetivos climáticos.**
- **Informar el desarrollo de las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC)**

ante el Acuerdo de París. Es decir, mostrar cómo con el cumplimiento de cada una de las próximas NDC se irán cumpliendo los objetivos de carbono neutralidad a 2050.

- Informar la implementación y actualización de las demás metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en lo concerniente a carbono neutralidad y resiliencia.

- Evitar el *lock-in* o encasillamiento tecnológico que impida la mitigación de gases efecto invernadero y genere activos varados y detrimento patrimonial en la inversión, o la mala adaptación al cambio climático con tecnologías inadecuadas o perjudiciales.

- Minimizar pérdidas y daños por los impactos del cambio climático al fortalecer la resiliencia del país.

- Mostrar con ejemplos de implementación temprana cómo es posible acercarnos a los objetivos de carbono neutralidad y resiliencia con cobeneficios importantes en lo económico, lo social y lo ambiental.

- Concientizar a la población de la necesidad de emprender grandes transformaciones en muchos ámbitos y que los sacrificios que han de emprenderse palidecen frente a los daños que se mitigan al encaminarnos en el camino que señala la E2050.

La hoja de ruta para la operacionalización de la E2050 debe distinguirse de la planificación necesaria para implementar las apuestas y opciones de transformación. Esta hoja de ruta se remite a definir cómo lograr que la E2050 incida de manera transversal, oportuna y real en los diferentes sectores y territorios, para que a partir de eso se catalicen los cambios planteados en las apuestas y opciones de transformación. En otras palabras, se trata de una hoja de ruta de incidencia enfocada en el cómo detonar las transformaciones que plantea la E2050, dado que las

transformaciones en sí son aquellas señaladas en el cuerpo de la E2050 en sus nueve apuestas y cuarenta y ocho opciones de transformación.

La hoja de ruta para la operacionalización de la E2050 tendrá cinco bloques de trabajo y dos etapas. La primera etapa va de julio de 2021 a diciembre de 2022, se considera la etapa de arranque. Con la entrega de la E2050 a la CMNUCC, se pasa de la formulación a la implementación. La etapa de arranque busca preparar el terreno en lo administrativo, institucional, operativo y político para que esta estrategia sea acogida por el nuevo gobierno que se posesionará en agosto de 2022. Esta etapa durará hasta fines de 2022 para acompañar y asesorar al nuevo gobierno durante estos primeros meses de gestión.

Posteriormente, de enero 2023 a diciembre 2026 tendrá lugar la etapa de incidencia transversal, en donde se espera ya contar con una estructura institucional formalizada para implementar la E2050 con una entidad líder formalmente a cargo y con una estructura de seguimiento. Ambas etapas hacen parte de la fase de aumento significativo de la ambición 2021-2030 de la implementación de la E2050. Posterior a 2026 se espera que la integración de la E2050 en la institucionalidad colombiana sea plena y que con las nuevas actualizaciones de la E2050 se generen ciclos de planificación e incidencia regulares. Cuando se actualice la E2050, esta debe informar a las actualizaciones de la NDC, así como a los subsiguientes planes nacionales de desarrollo y otros instrumentos, de manera continua hasta el 2050. Es de anotar que también se espera que en el contexto del Acuerdo de París se den con el paso del tiempo más orientaciones desde la CMNUCC sobre el papel que deben cumplir las estrategias de largo plazo en los países, una vez el grueso del primer lote de las mismas sea entregado para la COP26 por las diferentes Partes del Acuerdo de París.

A continuación, se describen los cinco bloques de trabajo que configuran la hoja de ruta de operacionalización de la E2050.

7.1 Anclaje institucional, de monitoreo, seguimiento, y evaluación

Objetivo específico:

Lograr que la E2050 se formalice en el paisaje institucional colombiano a través de un mandato legal claro y una estructura institucional que permita llevar a cabo la etapa de incidencia transversal, y contar con procesos de generación de información, monitoreo, seguimiento y evaluación y actualización de la E2050.

Hasta el momento no se ha determinado cómo deberá ser la estructura institucional de seguimiento de la E2050, para lo cual existen varias alternativas. El equipo creado para la formulación apoyará la transición y la determinación de dicha estructura institucional evitando cualquier hiato entre la aprobación de la E2050 y el comienzo de su implementación. La estructura institucional deberá acoplarse a lo dispuesto en la arquitectura del Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA) y tener también presente la arquitectura de seguimiento a la Agenda 2030 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. La Comisión Intersectorial de Cambio Climático debe ser la instancia que en primer lugar pueda decidir sobre esta estructura institucional y distribución de responsabilidades.

El liderazgo de la E2050 podría estar en manos del Departamento Nacional de Planeación en razón a que es la entidad de planificación nacional transversal por excelencia y lidera el seguimiento a los Objetivos de Desarrollo Sostenible en el país.

No obstante, también podría estar a cargo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible puesto que se trata de una planificación para objetivos climáticos de carbono neutralidad y resiliencia. La institución líder, cualquiera que se decida, deberá propender porque las apuestas que se encuentran en la E2050 y sus respectivas opciones de transformación pasen de ser aspiraciones no vinculantes, a convertirse en metas y obligaciones específicas sectoriales. Es fundamental articular el camino para la construcción de la carbono neutralidad y el fortalecimiento de las capacidades de adaptación con el desarrollo de otros ejercicios estratégicos nacionales para la lucha contra el cambio climático, tales como, la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC), el Plan Nacional de Adaptación (PNACC), la Estrategia Integral de Control a la Deforestación y Gestión de los Bosques (EICDGB), los Planes Territoriales y Sectoriales de Gestión del Cambio Climático (PIGCC)⁴⁵, las Acciones de

45. Según lo establecido en Artículo 7 de la Ley 1931 de 2018. Instrumentos de los ministerios. Los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales (PIGCCS), serán los instrumentos de para impartir las directrices y adoptar las acciones necesarias para asegurar en el marco de sus competencias el cumplimiento de la meta de reducción de gases de efecto invernadero, concertada para cada sector en la CICC, y las metas de adaptación para lo relacionado con su sector, especialmente para alcanzar la carbono neutralidad y una alta capacidad de adaptación en territorios y sectores (resiliencia climática).

Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA), los CONPES y otros instrumentos alineados para la búsqueda de la sostenibilidad como la Política de Crecimiento Verde y los ODS. Para cada apuesta deberán identificarse las instituciones de anclaje respectivas y propender por que asuman el reto de coliderar esa transición hacia la carbono neutralidad y la resiliencia climática, junto con la institución líder de toda la E2050. De este modo se buscará un liderazgo nodal pero acompañada por una apropiación institucional sectorial para cada apuesta.

Asimismo, será deseable contar con una estructura permanente externa e independiente de carácter consultivo y asesor para cumplir con las funciones que ha venido desempeñado el Comité de Apoyo a la E2050 y el Comité de Expertos. Para ello existen varias opciones, como lo son el otorgarle dichas responsabilidades al Consejo Nacional de Cambio Climático creado por la Ley 1931 de 2018, o también crear una figura externa con participación de la academia, sociedad civil y el sector privado, una especie de observatorio 2050.

Sea cual sea la estructura institucional que se determine, deberá buscarse su sostenibilidad en lo jurídico como en lo económico, para lo cual se estima pertinente formular un proyecto de ley, decreto o una modificación de la Ley 1931 de 2018 sobre gestión del cambio climático y pensar en fuentes de financiación de más largo plazo. El instrumento jurídico elegido deberá versar sobre la naturaleza de la E2050 como instrumento de planificación, los responsables de su elaboración y de liderar su implementación, la incidencia que esta deba tener frente a otros instrumentos de planificación y un marco de monitoreo, seguimiento, reporte, evaluación y actualización con unas periodicidades específicas.

Por otro lado, la E2050 muestra la importancia de contar con escenarios climáticos actualizados, así como proyecciones continuas y fiables en todos los temas, desde la incidencia de impactos climáticos hasta previsiones de penetración

de nuevas tecnologías, con el fin de informar adecuadamente la planificación a largo plazo y poder actualizar periódicamente la E2050, lo cual, se prevé, debe ocurrir cada cinco o diez años⁴⁶. De este modo, en la arquitectura institucional que se decida será necesario entonces articular los esfuerzos de diversas entidades que recopilan información, generan estadísticas y pudieran estar en capacidad de generar proyecciones a largo plazo, como lo son IDEAM, UPRA, UPME, UNGRD, IAVH, INVEMAR, Instituto Sinchi, IIAP, INS, DANE, MinHacienda, entre otros. Un acto legislativo podría también establecer programas adicionales de recopilación de información nacional continua para informar a la E2050. Se podrá evaluar la pertinencia de vincular formalmente estas capacidades a los procesos de reporte nacionales a la CMNUCC para que los informes bienales de transparencia y quizás aún más las comunicaciones nacionales sean reportes exhaustivos que den cuenta del estado de avance de las transiciones pregonadas por la E2050 y permitan también servir de base para actualizaciones futuras de la E2050 y de las NDC. Igualmente, se hace necesario crear una agenda de ciencia y tecnología para la carbono neutralidad y resiliencia, con participación de las diferentes entidades de educación, investigación e innovación, articulando a MinCiencias, las universidades, Agrosavia, centros de investigación agropecuarios, los institutos de investigación del SINA e INNpulsa, entre otros.

Finalmente, en este bloque de trabajo se incluye también la búsqueda de fuentes de financiación para la etapa de incidencia transversal entre 2023 y 2026, apoyos que pueden continuar procurándose de la cooperación internacional o también de fuentes nacionales como el impuesto al carbono, todo mientras se institucionaliza la E2050.

46. Según se determine por las decisiones de Conferencia de las Partes como Reunión de las Partes del Acuerdo de París (CMA) sobre marcos temporales comunes de las NDC de los países, que se discutirán nuevamente en la COP26.

7.2 Inclusión de consideraciones de largo plazo en planificación, políticas e instrumentos

Objetivo específico:

Permear los instrumentos de planificación, políticas e instrumentos nacionales con consideraciones de la planificación a largo plazo para la resiliencia socioecológica, efectuando los ajustes normativos necesarios para encaminar las apuestas aprobadas por la E2050.

Al no ser un instrumento vinculante sino orientativo y aspiracional, la E2050 requiere incidir en otros instrumentos que sí son vinculantes para el Estado de modo que se materialicen las acciones indicadas en las apuestas y opciones de transformación. Este bloque de trabajo deberá propender al máximo por lograr permear esos diversos instrumentos de planificación. A largo plazo, la visión debe ser que la E2050 sea un instrumento de obligatoria referencia y planificación a largo plazo, que retroalimente e informe a los demás instrumentos sectoriales y territoriales, en búsqueda de una congruencia de los planes, presupuestos e inversiones del país con los objetivos de carbono neutralidad y resiliencia climática.

El Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 plantea el primer reto de incidencia claro para la E2050. Por ello, en este bloque de trabajo deben identificarse prioridades a incorporar en dicho plan a partir de las apuestas y opciones de transformación. Se deben privilegiar aquellas «acciones nodo» que sean catalizadores tempranos y escalones necesarios para la carbono neutralidad y la resiliencia en 2050. Ejemplos de acciones nodo son las siguientes:

1. Acciones que deben empezar ya para que se hagan realidad las opciones de transformación planteadas en la E2050 y para evitar encasillamientos que dificulten el logro de las opciones de transformación.
2. Desarrollos o modificaciones normativas necesarias en el corto plazo para permitir opciones de transformación con impactos en el largo plazo.
3. Políticas que deben eliminarse o cambiar sustancialmente como pre-

requisito a una transformación hacia la carbono neutralidad y la resiliencia.

4. Acciones a evitar para no encasillarse en *lock-in* tecnológico.

5. Inversiones de capital necesarias en el corto plazo para generar efectos de largo plazo.

No todas las prioridades tendrán cabida en el PND 2022-2026 y desde luego varias deberán ser calibradas dependiendo de las directrices que plantee el nuevo gobierno que sea elegido en 2022, otras tendrán cabida en diversos instrumentos de planificación sectorial y territorial. De modo que este bloque de trabajo debe propender por la incidencia también en otros instrumentos de planificación.

Por otro lado, si bien la NDC de Colombia fue actualizada en diciembre de 2020 y entregada a la CMNUCC, el país se encuentra trabajando en un plan de implementación de la misma que busca llevarse a un documento CONPES. Allí se tiene una oportunidad de incidencia adicional de la E2050, mediante la inclusión de medidas de mayor ambición en mitigación para la NDC según lo planteado en las opciones de transformación, para contribuir a llenar la brecha existente entre la meta planteada de reducción de emisiones del 51 % a 2030 y el conjunto de medidas de mitigación incluidas a la fecha en la NDC. La NDC deja la puerta abierta a nuevas medidas de mitigación y la E2050 incluye varias propuestas a modo de opción de transformación que podrán considerarse para oficializar como metas de la NDC. Este círculo virtuoso demostraría la razón de ser de la E2050 que es la de informar con una visión de carbono neutralidad un compromiso de mediano plazo como es la NDC. Lo mismo puede suceder con otros CONPES que se están tramitando sobre variabilidad climática y transición energética.

Asimismo, la incidencia en política pública también se logra mediante la participación en

diversos espacios de discusión, mesas temáticas y construcción conjunta de estrategias, como lo es la estrategia de transición justa de la fuerza laboral, incluida como compromiso en la NDC de Colombia y que MinTrabajo debe culminar para el 2023.

Más adelante, una vez se tenga definido el PND 2022-2026 y la institución que liderará la E2050, el trabajo de este bloque podrá considerar nuevos instrumentos de planificación, política o regulación para viabilizar opciones de transformación que no tengan instrumento de política asociado. Esto podrá ser necesario en particular para abordar nuevas temáticas, como lo es por ejemplo la tecnología de captura de carbono, utilización y almacenamiento. Igualmente, se requerirá un trabajo en la creación o ajuste de instrumentos financieros o fiscales en función de las consideraciones de largo plazo, ya esbozadas en la sección de medios de implementación. En estos casos es prudente practicar los análisis de impacto normativo en línea con recomendaciones de la OCDE.

Se plantea también crear unos lineamientos de evaluación de macroproyectos de inversión o programas nacionales contra objetivos de la E2050 para determinar compatibilidad con objetivos climáticos. Esto podría institucionalizarse si se incluye en un acto legislativo o si no darse como buena práctica del desarrollo de políticas.

Finalmente, las grandes transformaciones a que llama la E2050 exigen entender bien los costos, los sacrificios y los perjudicados con dichas transiciones, con el fin de planificarlas de la mejor manera para minimizar impactos colaterales negativos, compensar a los más afectados, proporcionar alternativas, potenciar beneficios y disminuir resistencias al cambio. Este ángulo de la planificación, del análisis de costos, *trade-offs* económicos, de competitividad, políticos, sociales y territoriales requiere un estudio detenido, pues si las transiciones no se manejan bien puede gestarse una muy grande oposición que entorpezca los cambios requeridos.

7.3 Información, capacidades y tecnología para la resiliencia climática

Objetivo específico:

Generar condiciones habilitantes para que la implementación de las apuestas de la E2050 cuente en el largo plazo con la información necesaria, las capacidades requeridas y las tecnologías apropiadas para su desarrollo.

Como es evidente, la transformación hacia la carbono neutralidad y la resiliencia no pasa solo por las normativas e instrumentos de planificación, sino que hay que contar con capacidades humanas, información, investigación y tecnología disponible para hacerle frente a dichas transformaciones y poder emprenderlas exitosamente. Este bloque de trabajo se enfoca en fortalecer las condiciones habilitantes de generación de información e investigación, construcción de capacidades, innovación y transferencia de tecnología.

Poco se habla de la información base que soporta decisiones, pero es fundamental identificar los vacíos en la generación de datos primarios e información base para la planificación climática a largo plazo, para así gestionar los programas y mecanismos necesarios para incrementar la cobertura de la información y mantenerla en el tiempo. Por ejemplo: datos hidrometeorológicos en ciertas regiones del país con escasa cobertura y datos oceanográficos que permitirían tomar mejores decisiones alimentando servicios climáticos para medir y modelar mejor los impactos del cambio climático.

Asimismo, mediante un estudio de brechas de formación y de necesidades de investigación, innovación y transferencia de tecnología, se deben identificar prioridades en estos medios de implementación para las apuestas de la E2050, configurando una agenda de investigación e innovación hacia la carbono neutralidad y la resiliencia. Acto seguido, deben identificarse y gestionarse mecanismos para acrecentar las capacidades de investigación, innovación y formación de capital humano en el país, por ejemplo, fortaleciendo o creando programas de formación para suplir vacíos críticos de educación identificados o generando programas de apoyo a líneas de investigación científica e innovación tecnológica para mitigación y adaptación. Esto es indispensable para responder con capital humano capacitado a las rápidas transformaciones tecnológicas que han de ayudar a la carbono neutralidad y a la adaptación, así como para generar innovación endógena adaptada al contexto colombiano.

Por otro lado, el país deberá revisar su compendio de normas y estándares técnicos (por ejemplo, aquellas normas técnicas de construcción o del sector eléctrico) y evaluar cuáles ameritan ser modificadas o creadas para responder a la implementación de tecnologías que apunten a la implementación de las opciones de transformación de la E2050.

Finalmente, se prevé contar con un programa de formación general sobre la E2050 diseñado e implementado, dirigido a gobiernos subnacionales y sector privado para crear capacidades a nivel técnico y directivo sobre lo que significa la E2050, sus apuestas y opciones de transformación para el país. Con ello, se espera sumar muchos aliados para la implementación en los territorios y en las empresas, haciendo de la transición hacia la

carbono neutralidad parte del quehacer de todas las profesiones y sectores.

Este bloque de trabajo debe contar con la fuerte participación de MinTrabajo, MinCiencias y MinEducación, así como de los institutos de investigación del SINA, el DANE y otras instituciones proveedoras de información y de las entidades que reglamentan las normas técnicas, las universidades, el SENA entre otros.

7.4 Implementación pionera de apuestas y opciones de transformación de la E2050

Objetivo específico:

Demostrar con ejemplos reales de implementación que las apuestas de la E2050 son viables y beneficiosas, recabando lecciones aprendidas para el escalamiento de las mismas.

Dado que la E2050 busca generar una cultura de planificación a largo plazo con el fin de luchar contra el cambio climático y adaptarse al mismo, es necesario mostrar avances pertinentes en el corto plazo y también a escalas locales para que la ciudadanía vea la necesidad y la viabilidad de comenzar desde ya las transformaciones necesarias para la carbono neutralidad y la resiliencia. Para ello se busca valerse de entidades, empresas, territorios y organizaciones líderes y pioneras que implementen de manera temprana las transformaciones señaladas en las apuestas y opciones

de transformación de la E2050. De esta manera se plantean las apuestas de la E2050 como posibilidades de desarrollo sostenible que pueden emerger desde lo local y empresarial, y no solo como una transformación que deba darse desde la escala nacional.

Los implementadores pioneros pueden ser de múltiples tipos, pero tienen en común que de manera temprana implementan apuestas y opciones de transformación de la E2050, como podrían ser los siguientes ejemplos:

- **Municipios y departamentos: acciones y medidas innovadoras en planes de desarrollo.**

- **Entidades públicas: políticas de compras públicas.**

- **Empresas: formulación de metas de carbono neutralidad, reconversión tecnológica, políticas corporativas, adopción de buenas prácticas, desarrollo de nuevos servicios y productos compatibles con los objetivos de la E2050.**

- **Gremios: formulación de metas de carbono neutralidad, adopción de buenas prácticas, instrumentos financieros.**

- **Alianzas público privadas: acciones colaborativas.**

- **Comunidades locales: acciones a nivel de paisaje y emergencia de nuevas prácticas.**

- **Escuelas y colegios: educación para la resiliencia climática y socioecológica.**

- **Universidades: apoyo a innovaciones tecnológicas.**

- **Emprendimientos: start-ups, emprendimientos sociales y tecnológicos.**

Estos implementadores pioneros serían acompañados en sus procesos de ejecución temprana con asesoría para la puesta en marcha de las transformaciones, documentación y divulgación de las experiencias, resultados y caracterización de las lecciones aprendidas. Por ejemplo, el acompañamiento puede constar de asesoría en la formulación de metas de carbono neutralidad empresarial e implementación de las mismas.

Asimismo, se llevarían a cabo experimentos de política pública de forma controlada y documentada para evaluar efectividad y riesgos de opciones de transformación y derivar lecciones para una implementación a mayor escala.

Tanto las experiencias de los pioneros como de los experimentos de política permitirán mostrar casos de éxito para instar a la rápida implementación de las opciones de transformación de

la E2050, así como para recabar datos y lecciones aprendidas para corregir el diseño de las políticas y facilitar la implementación a una mayor escala.

Un claro ejemplo que debe ser tomado como parte de esta etapa, es la acción sectorial temprana del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de poner en marcha la Estrategia Colombia Carbono Neutral (ECCN), la cual busca contribuir a avanzar en la implementación de la NDC 2020, con enfoque de largo plazo para contribuir también con los primeros pasos en la construcción de la visión de la E2050, vinculando a actores del sector privado e instituciones del Sistema Nacional Ambiental (SINA), así como individuos. De este modo, la ECCN está compuesta inicialmente por tres bloques de trabajo:

1. Programa nacional de carbono neutralidad: tener un mecanismo para promover la gestión de las emisiones de gases efecto invernadero de las entidades públicas y privadas, con el fin de apoyar los compromisos del país establecidos en la NDC y establecer compromisos organizacionales de carbono neutralidad.

2. SINA carbono neutral: desarrollar las acciones para la gestión de las emisiones de gases efecto invernadero de las entidades del SINA central para ser un modelo de gestión para las demás entidades sectoriales de gobierno. A mediano y largo plazo este componente se puede ampliar para cubrir las demás entidades del SINA y otras entidades públicas de orden nacional y local.

3. Gestión individual de la huella de carbono: establecer mecanismos para que todo colombiano esté en capacidad de cuantificar sus emisiones de gases efecto invernadero, conocer el impacto de estas y cómo poder gestionarlas ayudando así a combatir el cambio climático.

7.5 Comunicación y gestión de la transición

Objetivo específico:

Posicionar y mantener vigente a la E2050 como un plan de largo plazo que debe comprometer al Estado colombiano y a toda su ciudadanía, abordando de manera efectiva la resistencia natural que se tendrá a muchas de las transformaciones necesarias para la carbono neutralidad y la resiliencia.

La E2050 requiere de un esfuerzo continuo de posicionamiento ante la opinión pública y los tomadores de decisión acerca de los temas de transición hacia la carbono neutralidad y la resiliencia, así como todo lo que eso conlleva. El gran número de temáticas cubiertas por la E2050, sus apuestas y sus opciones de transformación, la hacen muy amplia y difícil de dimensionar, de modo que es necesario dar a conocer a las audiencias de manera simplificada lo que se encuentra en cada una de estas apuestas.

En una primera etapa, la E2050 debe promocionarse de cara a y en la COP26 en noviembre de 2021, ante las audiencias nacionales e internacionales. Información en la web, presencia en redes sociales y medios de comunicación, artículos, columnas y participación en eventos académicos y divulgativos sobre la E2050 por parte de voceros reconocidos serán ingredientes importantes de este posicionamiento.

Más adelante, deberán desarrollarse campañas más específicas resaltando apuestas específicas de la E2050 y sus opciones de transformación, así como los avances que se vayan logrando en asuntos de política pública. Los pioneros de implementación serán muy útiles para mostrar

historias de éxito de implementación en Colombia, por ejemplo, por parte de empresas y municipios, pero también pueden traerse ejemplos del exterior. Es muy importante comunicar los cobeneficios de acciones como por ejemplo el uso de vehículos eléctricos o la adopción de prácticas de agricultura de precisión con ahorro significativo de agua y fertilizantes. La expectativa es que la opinión pública colombiana se forme cada vez más en estos temas.

Por otro lado, eventos climáticos catastróficos, como incendios forestales, deslizamientos, inundaciones, sequías y afectaciones a la producción agropecuaria deben ser momentos de concientización e invitación a la acción, tanto en el ámbito de la preparación ante los desastres y adaptación al cambio climático, como en la misma reducción de emisiones y de la reducción de los factores de vulnerabilidad de los sistemas. Ante esos eventos, es pertinente generar comunicaciones estratégicas que enfatizan la importancia de las acciones de la E2050.

La labor de posicionamiento de la E2050 debe valorar las transformaciones a emprender a múltiples escalas y en diversos contextos y en conjunto se inste a la acción temprana, llegando a múltiples audiencias. También se deberá comunicar el cómo gestionar las transiciones que implican sacrificios de diversa índole, destacando por ejemplo ejemplos de diversificación económica y reentrenamiento de la fuerza laboral para pasar de economías carbono intensivas a carbono neutrales.



El posicionamiento de la agenda de la E2050 podrá tener una cúspide con el lanzamiento de la Cuarta Comunicación Nacional ante la CMNUCC, prevista para 2023. Esta presenta la oportunidad de compilar en un solo documento el estado de la transición hacia la carbono neutralidad y la resiliencia en Colombia. Por ello podrá convertirse en referencia obligada sobre la materia y herramienta educativa y divulgativa que llegue a muchos públicos.

Finalmente, hoy en día se reconoce el nocivo y amplio impacto de la desinformación sobre diversos temas, incluyendo lo relacionado con el cambio climático y las transformaciones sociales, económicas y tecnológicas requeridas para enfrentarlo. De modo que en términos de comunicaciones se debe estar listo desde la entidad líder de la E2050 para reaccionar frente a la desinformación cuando esta ocurra, de manera rápida y proactiva, pues está visto que la desinformación, en muchas ocasiones sensacionalista, suele difundirse con mayor rapidez que la información veraz.



Literatura citada

A

Alcaldía de Medellín. (2006). Documento técnico de soporte del POT [Acuerdo 46/2006]. Secretaría de Planeación Municipal. <https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/documents/ServiciosLinea/PlaneacionMunicipal/ObservatorioPoliticasyPublicas/resultadosSeguimiento/docs/pot/Documentos/instrumentos.pdf>

ANDI. (2019). Línea base de la situación alimentaria y nutricional de la niñez en Colombia, 2019. ANDI. <http://www.andi.com.co/Uploads/Línea%20base%20de%20la%20situación%20alimentaria%20y%20nutricional%20de%20la%20niñez%20en%20Colombia%20-%202019.pdf>

Andrade, G., Avella, C., Baptiste, B., Bustamante, C., Chaves, M., Corzo, G., Galvis, M., Giraldo, A., Jaramillo, Ú., Matallana, C., Montoya, J., Mosquera, S., Osejo, A., Pastás, E., Ramírez, W., Rinaudo, M., Rubio, F., Tapia, C. y Trujillo, M. (2018). Transiciones socioecológicas hacia la sostenibilidad. Gestión de la biodiversidad en los procesos de cambio en el territorio continental colombiano. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/35145>

Andrade Pérez, A. (2007). Aplicación del enfoque ecosistémico en Latinoamérica. CEM.

B

Banco Mundial. (2021a). Gini index (World Bank estimate) – Colombia [datos]. The World Bank. <https://data.worldbank.org/indicator/SI.POV.GINI?locations=CO>

Banco Mundial. (2021b). Poverty gap at \$3.20 a day (2011 PPP) (%) – Colombia [datos]. The World Bank. <https://data.worldbank.org/indicator/SI.POV.LMIC.GP?locations=CO>

Barros, V. y Field, C. B. (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Cambridge University Press. <https://www.cambridge.org/core/books/climate-change-2014-impacts-adaptation-and-vulnerability-part-b-regional-aspects/036A899BD52861D61B0D519C5F2B9334>

Berkes, F., Colding, J., y Folke, C. (2003). Introduction. En F. Berkes, J. Colding, y C. Folke (Eds.), Navigating socialecological systems: Building resilience for complexity and change. Cambridge University Press.

Berkes, F., y Folke, C. (Eds.). (1998). Linking sociological and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience. Cambridge University Press.

BID. (2021). Deep Decarbonization Pathways Latin America and the Caribbean, 2nd Phase. Washington D.C.

Brigard y Urrutia. (2021). Análisis de instrumentos de política pública e institucional en el marco de la estrategia de largo plazo de Colombia para la carbono neutralidad y la adaptación - E2050. Estrategia Climática de Largo Plazo de Colombia (E2050). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

C

CAIA Ingeniería. (2021). Análisis de opciones para aumentar las absorciones de gases de efecto invernadero de Colombia en el marco de la estrategia de largo plazo – E2050. Estrategia Climática de Largo Plazo de Colombia (E2050). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Calvente, A. (2007). Ciclo de renovación adaptativa. Universidad Abierta Intramericana. <http://www.sustentabilidad.uai.edu.ar/pdf/cs/UAIS-CS-200-004%20-%20Renovacion%20adaptativa.pdf>

Cambridge Dictionary. (s. f.). Trade off. En Cambridge Dictionary. <https://dictionary.cambridge.org/es/diccionario/ingles/trade-off>

Carpenter, S., Walker, B., Anderies, J. M. y Abel, N. (2001). From metaphor to measurement: Resilience of what to what? *Ecosystems*, 4, 765-781. <https://doi.org/10.1007/s10021-001-0045-9>

Cider. (2021). Análisis de los instrumentos de planificación territorial y ambiental en el marco de la Estrategia de Largo Plazo de Colombia para la carbono neutralidad y la adaptación. Universidad de los Andes. <https://cider.uniandes.edu.co/es/boletines/boletin-112/analisis-instrumentos-planificacion-territorial-ambiental-carbono-neutralidad-estrategia-2050>

Collins, S., Carpenter, S., Swinton, S., Orenstein, D., Childers, D., Gragson, T., Grimm, N., Grove, J., Harlan, S., Kaye, J., Knapp, A., Kofinas, G., Magnuson, J., McDowell, W., Melack, J., Ogden, L., Robertson, G., Smith, M. y Whitmer, A. (2010). An integrated conceptual framework for long-term social-ecological research. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9(6), 351-357. <https://doi.org/10.1890/100068>

CONPES 3919 de 2018 (23 de marzo), Política Nacional para Edificaciones Sostenibles. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3919.pdf>

CONPES 3990 de 2020 (31 de marzo), Colombia Potencia Bioceánica Sostenible 2030. <http://www.cco.gov.co/docs/publicaciones/conpes-2020-04-27.pdf>

Costanza R., Groot, R., Braat, L., Kubiszewski, I., Fioramonti, L., Sutto, P., Farber, S. y Grasso, M.. (2017). Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services*, 28(Part A), 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008>

D

DANE. (2018a). ¿Cuántos somos? Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 – Colombia [datos]. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivienda-2018/cuantos-somos>

DANE. (2018b). Resultados Colombia - Total Nacional. Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 – Colombia [datos]. <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/infografias/info-CN-PC-2018total-nal-colombia.pdf>

DANE. (2019a). Autorreconocimiento Población Negra, Afrocolombiana, Raizal, Palenquera. Debate de control político de la Comisión I Cámara sobre CNPV 2018. DANE. <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/grupos-etnicos/presentacion-grupos-etnicos-poblacion-NARP-2019-debate-ctrl-politico-camara-rep.pdf>

DANE. (2019b). Población Gitana o Rrom de Colombia. Resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda 2018. DANE. <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/grupos-etnicos/presentacion-grupos-etnicos-poblacion-gitana-rrom-2019.pdf>

DANE. (2019c). Población Indígena de Colombia. Resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda 2018. DANE. <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/grupos-etnicos/presentacion-grupos-etnicos-2019.pdf>

DANE. (2020a). Boletín Técnico Cuentas Nacionales Anuales 2018 provisional. DANE. <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/cuentas-nal-anuales/bol-cuentas-nal-anuales-2018provisional.pdf>

DANE. (2020b). Fuerza laboral y educación. DANE. <https://www.dane.gov.co/files/investi->

[gaciones/boletines/especiales/educacion/Bol_edu_2019.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/especiales/educacion/Bol_edu_2019.pdf)

DANE. (2020c). Pobreza Multidimensional - Resultados - Julio 14 de 2020. DANE. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/pobreza/2019/Presentacion_rueda_de_prensa_ECV_e_IPM_2019.pdf

Danley, B., y Widmark, C. (2016). Evaluating conceptual definitions of ecosystem services and their implications. *Ecological Economics*, 126, 132-138. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.04.003>

De Rosnay, J. (1975). Le microscope. Vers une vision globale. SEUIL.

Denton, F., Wilbanks, T. J., Abeyasinghe, A.C., Burton, I., Gao, Q., Lemos, M.C., Masui, T., O'Brien, K.L. y Warner, K. (2014). Climate-resilient pathways: adaptation, mitigation, and sustainable development. En C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, and L. L. White (Eds.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1101-1131). Cambridge University Press.

Departamento Nacional de Planeación. (2015). El campo colombiano: un camino hacia el bienestar y la paz. Misión para la transformación del campo. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Agriculturapecuarioforestal%20y%20pesca/EI%20CAMPO%20COLOMBIANO%20UN%20CAMINIO%20HACIA%20EL%20BIENESTAR%20Y%20LA%20PAZ%20MTC.pdf>

Departamento Nacional de Planeación. (2018). Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 - Pacto por Colombia, Pacto por la

Equidad. Departamento Nacional de Planeación. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/BasesPND2018-2022n.pdf>

DWS. (2020, 28 de agosto). Riesgo de transición climática y rentabilidad. Investing. <https://es.investing.com/analysis/riesgo-de-transicion-climatica-y-rentabilidad-200438159>

E

Econometría Consultores. (2013). Evaluación del impacto de la Ley 388 sobre los precios del suelo y sus instrumentos sobre el mercado del suelo en las principales ciudades del país. DNP. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Vivienda%20Agua%20y%20Desarrollo%20Urbano/POT%20y%20Mercado%20de%20Suelo%20-%20Econometr%C3%ADa.pdf>

Econometría S.A. (2021). Instrumentos económicos y financieros de la estrategia climática de largo plazo de Colombia para cumplir con el acuerdo de París E-2050. Estrategia Climática de Largo Plazo de Colombia (E2050). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Eisenberg, B., y Polcher, V. (2019). Nature-based Solutions. Technical Handbook 1. UNaLab.

Etter, A., Andrade, A., Amaya, P., y Arévalo, P. (2015). Estado de los ecosistemas colombianos. Una aplicación de la metodología Lista Roja de Ecosistemas - UICN. IUCN.

F

Flórez, C., Estupiñán-Suárez, L. M., Rojas, S., Aponte, C. Q., Acevedo, Ó., Vilardy, S., y Jaramillo Villa, Ú. (2016). Identificación espacial de los sistemas de humedales continentales de Colombia. Biota Colombiana,

17(1), 44-129. <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/9352>

FMI. (2019). Colombia. Informe Técnico: Reforma de los Precios de la Energía. Fondo Monetario Internacional. <https://www.imf.org/~media/Files/Publications/CR/2019/Spanish/ICOLSA2019004.ashx>

Folke, C. (2020). Governing for Emergence in Social-Ecological Systems. En V. Galaz (Ed.), *Global Challenges, Governance and Complexity* (pp. 24-37). Edward Elgar Publishing.

Folke, C., Jansson, A., Rockström, J., Olsson, P., Carpenter, S. R., Chapin, F. S., Crépin, A., Daily, G., Danell, K., Ebbesson, J., Elmqvist, T., Galaz, V., Moberg, F., Nilsson, M., Österbom, H., Ostrom, E., Persson, A., Peterson, G., Polasky, S. ... Westley, F. (2011). Reconnecting to the Biosphere. *AMBIO*, 40(719). <https://link.springer.com/article/10.1007/s13280-011-0184-y>

Forman, R. (1995). Land Mosaics. The Ecology of Landscapes and Regions. Cambridge University Press.

G

GAVE. (2021). Biocombustibles de primera, segunda y tercera generación. <https://www.gave.es/biocombustibles-de-primera-segunda-y-tercera-generacion/>

Girod, B., Stucki, T. y Woerter, M. (2017). How do policies for efficient energy use in the household sector induce energy-efficiency innovation? An evaluation of European countries. *Energy Policy*, 103, 223-237. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.12.054>

Global Gender and Climate Alliance. (2016). Gender and Climate Change: a closer look at existing evidence. OAK Foundation. <https://wedo.org/wp-content/uploads/2016/11/GGCA-RP-FINAL.pdf>

González, F. J. y Valencia Cuéllar, J. (2013). Conceptos básicos para repensar la problemática ambiental. *Gestión y Ambiente*, 16(2), 121-128. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/39572>

Gunderson, L. H., Holling, C. S., Pritchard, L. y Peterson, G. D. (2002). Resilience of large scale resource systems. En L. Gunderson y L. Pritchard, *Resilience and behavior of large-scale systems* (pp. 3-20). Island Press.

H

Herrfahrdt-Pähle, E., Schlüter, M., Olsson, P., Folke, C., Gelcich, S. y Pahl-Wostl, C. (2020). Sustainability transformations: socio-political shocks as opportunities for governance transitions. *Global Environmental Change*, 63. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102097>

Holling, C. (2001). Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems. *Ecosystems*, 4, 390-405. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10021-001-0101-5>

I

IDEAM. (2015). Nuevos escenarios de cambio climático para Colombia 2011-2100: herramientas científicas para la toma de decisiones. Enfoque nacional y regional. Tercera Comunicación Nacional de cambio Climático. <https://n9.cl/2m8jo>.

IDEAM. (2016). Inventario Nacional y Departamental de Gases Efecto Invernadero – Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. IDEAM. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023634/INGEI.pdf>

IDEAM. (2017). Tercera Comunicación Nacional de Colombia a La Convención Marco De

Las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático (CMNUCC). IDEAM. http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023731/TCNCC_COLOMBIA_CMNUCC_2017_2.pdf

IDEAM. (2018). Segundo Informe Bienal de Actualización de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático. IDEAM. http://www.ideam.gov.co/documents/24277/77448440/PNUD-IDEAM_2R-BA.pdf/ff1af137-2149-4516-9923-6423ee4d4b54

IDEAM. (2019a). Estudio Nacional del Agua 2018. IDEAM. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023858/023858.html>

IDEAM. (2019b). República de Colombia. Proporción de la superficie cubierta por bosque natural. IDEAM. <http://www.ideam.gov.co/documents/11769/648879/HM+Proporci%C3%B3n+cubierta+bosques+20082019.pdf/3fe9b8d3-d71d-448f-bba2-b68de41559cc>

IGAC. (2020). Notas Geográficas. IGAC Niños. http://www2.igac.gov.co/ninos/faqs_user/faqs.jsp?id_categoria=2

Ingeniar. (2021). Estudio de Riesgo por efectos del cambio Climático y Medidas de Adaptación para la Estrategia a Largo Plazo E2050 de Colombia – Fase 1. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

INVEMAR. (2017). Informe técnico final del análisis de vulnerabilidad marino costero ante el cambio climático para el país. INVEMAR.

IPBES. (2020). Nature's contributions to people. Ipbes. <https://ipbes.net/glossary/natures-contributions-people>

K

Kumar, P. (Ed.). (2010). The Economics of Ecosystems and Biodiversity Ecological and Economic Foundations. Earthscan.

L

Levin, K., y Davis, C. (2019, 17 de septiembre). What Does "Net-Zero Emissions" Mean? 6 Common Questions, Answered. World Resources Institute. <https://www.wri.org/blog/2019/09/what-does-net-zero-emissions-mean-6-common-questions-answered>

Levin, K., Song, J., y Morgan, J. (2015, 2 de diciembre). COP21 Glossary of Terms Guiding the Long-term Emissions-Reduction Goal. World Resources Institute. <https://www.wri.org/blog/2015/12/cop21-glossary-terms-guiding-long-term-emissions-reduction-goal>

Ley 99 de 1993 (22 de diciembre), por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones. Diario oficial 41146. <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=297>

Ley 1523 de 2012 (24 abril), por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. Diario oficial 48411. http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1523_2012.html

López, R., Gómez, C., Palacios, A., Otero, J., Cocomá, N. y Bejarano, M. C. (2012). Programa nacional de monitoreo y seguimiento de la degradación de suelos y tierras en Colombia. IDEAM. http://www.ideam.gov.co/documents/11769/153422/Adicionalmente+consulte_C2-C-RE-Sánchez%2C+R.pdf/d5a21efa-18e7-486c-b925-80560ae91b3c

Loorbach, D., Frantzeskaki, N., y Avelino, F. (2017). Sustainability Transitions Research:

Transforming Science and Practice for Societal Change. Annual Review of Environment and Resources, 42, 599–626. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102014-021340>

M

Marca País Colombia. (2021). ¿Cómo es la organización político-administrativa de Colombia? Colombia.co. <https://www.colombia.co/pais-colombia/estructura-del-estado-colombiano/como-es-la-organizacion-politico-administrativa-de-colombia/>

Metz, B., Davidson, O., De Coninck, H. C., Loos, M. y Meyer, L. A. (Eds.). (2005). IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage. Cambridge University Press.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Instituto Humboldt. (2013). Cartografía 2013 de los Páramos de Colombia: Diversidad, territorio e historia. Convenio Interadministrativo de Asociación, 105, 11-103. <http://www.humboldt.org.co/es/actualidad/item/109-nueva-cartografia-de-los-paramos-de-colombia-diversidad-territorio-e-historia>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2011). Zonificación de áreas de manglar. Minambiente.gov. https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Manglares/080811_zonificación_manglares.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). Instituto Alexander von Humboldt. http://www.humboldt.org.co/images/pdf/PNGIBSE_espa%C3%B1ol_web.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). AbE, Guía de adaptación

al cambio climático basada en ecosistemas en Colombia. Ministerio de Ambiente. https://test-www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2020/07/MADS_Guia_AbE_LIBRO_Digital-Cambio.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Colombia%20First/NDC%20actualizada%20de%20Colombia.pdf>

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2020). Contexto macroeconómico de Colombia. Oficina de Estudios Económicos. <https://www.mincit.gov.co/getattachment/1c8db89b-efed-46ec-b2a1-56513399bd09/Colombia.aspx>

Ministerio de Minas y Energías. (2017). Manual operativo del FENOGE. Ministerio de Minas y Energía.

Ministerio de Trabajo. (2019, 26 de septiembre). “MiPymes representan más de 90% del sector productivo nacional y generan el 80% del empleo en Colombia”: ministra Alicia Arango. Ministerio de Trabajo. <https://www.mintrabajo.gov.co/prensa/comunicados/2019/septiembre/mipymes-representan-mas-de-90-del-sector-productivo-nacional-y-generan-el-80-del-empleo-en-colombia-ministra-alicia-arango>

Ministerio de Vivienda. (2020). Ciudades 4.0 Una apuesta hacia el desarrollo equitativo. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

Monterrosa Blanco, H. (2019, 31 de agosto). Mipymes representan 96% del tejido empresarial y aportan 40% al PIB. La República. <https://www.larepublica.co/economia/mipymes-representan-96-del-tejido-empresarial-y-aportan-40-al-pib-2903247>

Moore, M., Tjornbo, O., Enfors, E., Knapp, C., Hodbod, J., Baggio, J., Noström, A., Olsson, P. y Biggs, D. (2014). Studying the complexity of change: toward an analytical framework for understanding deliberate social-ecological transformations. Ecology and Society, 19(4). <https://doi.org/10.5751/ES-06966-190454>

Mosquera, S., Tapia, C., y Tamayo, E. (2016). Territorios colectivos y biodiversidad. En M. Gómez, L. Moreno, G. Andrade, y C. Rueda, Biodiversidad 2015. Estado y Tendencias de la Biodiversidad Continental de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt. <http://reporte.humboldt.org.co/assets/docs/2015/4/406/biodiversidad-2015-406-ficha.pdf>

O

OCDE. (2013). Roadmap for the accession of Colombia to the OECD Convention (Adopted by Council at its 1285th session on 19 September 2013). OECD. [https://one.oecd.org/document/C\(2013\)110/FINAL/en/pdf](https://one.oecd.org/document/C(2013)110/FINAL/en/pdf)

OCDE. (2015). OECD Economic Surveys: Colombia 2015. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/eco_surveys-col-2015-en

OCDE. (2014). OECD Environmental Performance Reviews: Colombia 2014. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/environment/country-reviews/oecd-environmental-performance-reviews-colombia-2014-9789264208292-en.htm>

ONU. (2015). Abordar el cambio climático. Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-action/>

Ortiz, J. (2012). Exposure of the Colombian Caribbean Coast, including San Andrés Island, to Tropical Storms and Hurricanes, 1900–2010. Natu-

ral Hazards, 61(2), 815-827. https://www.uninorte.edu.co/documents/266486/0/10_Ortiz_2012.pdf

Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. Science, 325, 419-422. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4507355/mod_resource/content/1/i_709ab6a5/ostrom%2Ce_a_general_framework_for_analyzing_sustainability_of_social.pdf

P

Parque Explora. (2021). Análisis prospectivo de los instrumentos de ciencia, tecnología e innovación y su articulación con educación, formación y sensibilización de públicos en el marco de la estrategia de largo plazo de Colombia para la carbono neutralidad y la adaptación. Estrategia Climática de Largo Plazo de Colombia (E2050). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Portafolio. (2009). Colombia entre 1990 y 2008. Portafolio. <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/colombia-1990-2008-218394>

R

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Chapin, F. S., Lambin, E., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Kykvist, B., Wit, C., Hughes, T., Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P., Costanza, R., Svendin, U. ... Foley, J. (2009). A safe operating space for humanity. Nature, 461, 472–475. <https://www.nature.com/articles/461472a>

Rojas, N. (2021). Evaluación de los posibles efectos económicos de las metas de mitigación siguiendo los resultados de los modelos GCAM-RDM. Estrategia Climática de Largo Plazo de

Colombia (E2050). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

RUNAP. (2020). Sistema Nacional de Áreas Protegidas - SINAP. Parques Nacionales Naturales de Colombia. <https://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/sistema-nacional-de-areas-protegidas-sinap/>

RUNT. (2020). RUNT en cifras. Runt. <https://www.runt.com.co/runt-en-cifras>

S

Sánchez-Zamora, P., Gallardo-Cobos, R., y Ceña Delgado, F. (2016). La noción de resiliencia en el análisis de las dinámicas territoriales rurales: Una aproximación al concepto mediante un enfoque territorial. Cuadernos de Desarrollo Rural, 13(77), 93-116. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr13-77.nrad>

SOU. (2013). Making the value of ecosystem services visible. Proposals to enhance well-being through biodiversity and ecosystem services. Swedish Government Official Report.

Stockholm Resilience Centre. (2012). Interaction between social and ecological feedbacks can lock systems into unsustainable pathways, creating social-ecological traps. Stockholm Resilience Centre. https://issuu.com/getresilient/docs/insights_social-ecological_traps_111108

Stockholm Resilience Centre. (2018). Social-ecological traps: Understanding the inter actions between poverty and environmental degradation. GRAID. <https://graid.earth/wp-content/uploads/2018/05/4.-SUNI-204-Brief-%E2%80%933-Social-ecological-traps.pdf>

Stacey, R. (2000). Strategic Management and Organisational Dynamics: The challenge of complexity. Pearson Education.

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S., Fetzer, I., Bennett, E., Biggs, R., Carpenter, S., Vries, W., Wit, C., Folk, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G., Persson, L., Ramanathan, V., Meyers, B. y Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. Science, 347(6223). <https://doi.org/10.1126/science.1259855>

Suescún, C. A y Fuerte, A. (2017, 15 de mayo). La escandalosa desigualdad de la propiedad rural en Colombia. Razón Pública. <https://razonpublica.com/la-escandalosa-desigualdad-de-la-propiedad-rural-en-colombia/>

Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M. y Miller, H. L. (Eds.). (2007). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Cambridge University Press.

U

UICN (2014). Directrices de Uso de la Gestión Ex situ para la Conservación de Especies de la Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. IUCN Species Survival Commission. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2014-064-Es.pdf>

UICN. (2020). Norma Mundial sobre las Soluciones basadas en la Naturaleza. https://www.iucn.org/sites/dev/files/iucn_issues_brief_-_nbs_standard_esformatted.pdf

UNFCCC. (2021). ¿Qué es el Acuerdo de París? United Nations Framework Convention on Climate Change. <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/el-acuerdo-de-paris>

UNGRD. (2018). Atlas de Riesgo de Colombia: Revelando los desastres latentes. Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres.

Universidad de Los Andes (2021). Evaluación de las vías de neutralidad de carbono para Colombia a través de la metodología de Toma de Decisiones Robustas (RDM) en varios escenarios futuros inciertos utilizando el modelo GCAM. Estrategia Climática de Largo Plazo de Colombia (E2050). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

UPME. (2021b). Plan de expansión de generación y transmisión 2020-2034. SIEL. <http://www.siel.gov.co/Inicio/Generaci%C3%B3n/Planesde-Expansi%C3%B3nGeneraci%C3%B3nTransmisi%C3%B3n/tabid/111/Default.aspx>

UPME. (2018). Primer balance de Energía Útil para Colombia. UPME. <https://www1.upme.gov.co/Hemeroteca/Paginas/estudio-primer-balance-energia-util-para-Colombia.aspx>

UPME. (2021a). Plan Energético Nacional 2020 - 2050 “La transformación energética que habilita el desarrollo sostenible”. UPME. http://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/PEN_2020_2050/Plan_Energetico_Nacional_2020_2050.pdf

V

Vesna, B. y Željko, T. (2017). Energy efficiency policy evaluation by moving from techno-economic towards whole society perspective on energy efficiency market. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 70(C), 968-975. <https://econpapers.repec.org/scripts/redir.pf?u=https%3A%2F%2Fdoi.org%2F10.1016%252Fj.rser.2016.12.002;h=repec:eee:rensus:v:70:y:2017:i:c:p:968-975>

Virapongse, A., Brooks, S., Coveli, E., Zedalis, M., Gosz, J., Kliskey, A. y Alessa, L. (2016). A social-ecological systems approach for environmental management. Journal of Environmental Management, 178, 83-91. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.02.028>

Vivid Economics, Econometría. (2020). Propuesta de Diseño de Sistema de Comercio de Emisiones: Interacción de políticas. PMR-World Bank.

Von Bertalanffy, L. (1987). Teoría general de sistemas: fundamentos, desarrollo, aplicaciones. Fondo de Cultura Económica.

W

Walker, B., y Salt, D. (2006). Resilience Thinking: Sustaining Ecosystems and People in Changing World. Island Press.

Wilson, E., y Peter, F. (1988). Biodiversity. National Academy Press.

WRI y New Climate Economy. (2021). A Holistic Approach for Understanding Linkages Among Areas of Intervention (Apuestas) in Colombia's Long-Term Strategy for Decarbonization. Estrategia Climática de Largo Plazo de Colombia (E2050). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

WWF. (2019, 23 de abril). Todo lo que debes saber y cómo podemos acabar con el blanqueamiento de los corales. Descubre WWF. <https://www.worldwildlife.org/descubre-wwf/historias/todo-lo-que-debes-saber-y-como-podemos-acabar-con-el-blanqueamiento-de-los-corales#:~:text=La%20principal%20causa%20del%20blanqueamiento,el%20coral%20expulse%20las%20algas>

X

Xianfu, L. (2019). Building resilient infrastructure for the future. Background paper for the G20. Banco Asiático de Desarrollo. <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/519821/sdwp-061-building-resilient-infrastructure-future.pdf>



Anexos

9.1 Cuento: *“Vientos de cambio: Una historia de Carbono Neutralidad”,*

historia para acercar a un público infantil (niños de educación básica primaria) las transformaciones profundas que impulsa la E2050 para Colombia



Español

↑ [Descarga aquí](#)



English

↑ [Download here](#)

9.2 Relación de estudios de apoyo elaborados para la construcción de la E2050

Estos documentos se pueden consultar en: www.e2050colombia.com

a.



Evaluación de las vías de neutralidad de carbono para Colombia a través de la metodología de toma de decisiones robustas (RDM) en varios escenarios futuros inciertos utilizando el modelo GCAM.

b.



Estudio de riesgo por efectos del cambio climático y medidas de adaptación para la estrategia a largo plazo E2050 de Colombia, fase 1.

c.



Evaluación de los posibles efectos económicos de las metas de mitigación siguiendo los resultados de los modelos GCAM-RDM.

d.



Análisis de instrumentos de política pública e institucional en el marco de la Estrategia de largo plazo de Colombia para la carbono neutralidad y la adaptación E2050.

e.



Análisis de opciones para aumentar las absorciones de gases de efecto invernadero de Colombia en el marco de la Estrategia climática de largo plazo E2050.

f.



Análisis de los instrumentos de planificación territorial y ambiental en el marco de la Estrategia de largo plazo de Colombia para la carbono neutralidad y la adaptación.

g.



Análisis prospectivo de los instrumentos de ciencia, tecnología e innovación (CT&I) y su articulación con educación, formación y sensibilización de públicos en el marco de la Estrategia de largo plazo de Colombia para la carbono neutralidad y la adaptación E2050.

h.



Análisis prospectivo de los instrumentos económicos y financieros en el marco de la Estrategia de largo plazo de Colombia para la carbono neutralidad y la adaptación E2050.

i.



Análisis para la transversalización del enfoque de género en la formulación de la Estrategia de largo plazo de Colombia.





E2050

COLOMBIA

Estrategia climática de largo plazo de Colombia
E2050 para cumplir con el Acuerdo de París