



IDEAM Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales



Al servicio
de las personas
y las naciones

ALGUNAS SEÑALES DE LA VULNERABILIDAD AL CLIMA CAMBIANTE EN LA REGIÓN BOGOTÁ - CUNDINAMARCA

Plan Regional Integral de Cambio Climático
Región Capital Bogotá - Cundinamarca

INFORME TÉCNICO



Al servicio
de las personas
y las naciones

ALGUNAS SEÑALES DE LA VULNERABILIDAD AL CLIMA CAMBIANTE EN LA REGIÓN BOGOTÁ - CUNDINAMARCA

Plan Regional Integral de Cambio Climático
Región Capital Bogotá - Cundinamarca

INFORME TÉCNICO



Con la colaboración de:



PUNTOS FOCALES DIRECTIVOS DE LAS INSTITUCIONES SOCIAS

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO PNUD Fabrizio Hochschild Coordinador Residente y Humanitario de la ONU Silvia Rucks Directora de País Fernando Herrera Coordinador Área de Pobreza y Desarrollo Sostenible Jimena Puyana Oficial de Desarrollo Sostenible	IDEAM Omar Franco Torres Director José Alaín Hoyos Subdirector de Estudios Ambientales María Teresa Martínez Subdirectora de Meteorología Paola Bernal Jefe oficina de Cooperación Internacional	GOBERNACIÓN DE CUNDINAMARCA Álvaro Cruz Vargas Gobernador de Cundinamarca Fredy William Sánchez Secretario de Integración Regional Andrés Alejandro Romero Secretario de Planeación Marcela Orduz Quijano Secretario de Ambiente Jaime Matiz Ovalle Oficina de Atención y Prevención de Desastres	ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ Gustavo Petro Urrego Alcalde Mayor de Bogotá Gerardo Ardila Calderón Secretario Distrital de Planeación Néstor García Buitrago Secretario Distrital de Ambiente Alberto Merlano Gerente EAB Javier Pava Director IDIGER
CAR Alfred Ignacio Ballesteros Director	CORPOGUAVIO Oswaldo Jiménez Director	CORPORINOQUIA Martha Jhoven Plazas Directora	INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT Brigitte LG Baptiste Directora
PARQUES NACIONALES NATURALES Julia Miranda Directora Parques Nacionales Naturales	MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE Rodrigo Suárez Director de Cambio Climático	DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN Alexander Martínez Subdirector de Desarrollo Ambiental Sostenible	

PUNTOS FOCALES DEL PRICC EN LAS INSTITUCIONES SOCIAS

PNUD: Claudia Marín; IDEAM: Vicky Guerrero, Juan Gabriel Osorio; Gobernación de Cundinamarca: Marleny Urbina, Constanza Cruz; Secretaría Distrital de Ambiente: Gloria Esperanza Narváez; Secretaría Distrital de Planeación: Carolina Chica; IDIGER: Lina María Hernández; EAB: Francisco Javier Canal; CAR: María Elena Báez; CORPOGUAVIO: Myriam Amparo Andrade; Instituto Alexander von Humboldt: Jorge Enrique Gutiérrez; Parques Nacionales Naturales: Juan Giovany Bernal; DNP: Silvia Calderón; MADS: Maritza Florián.

PLAN REGIONAL INTEGRAL DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA BOGOTÁ CUNDINAMARCA (PRICC)

UNIDAD COORDINADORA DEL PRICC Coordinador: Javier Eduardo Mendoza Sabogal Asesor técnico: Jason García Portilla Asesor comunicaciones: Juan Carlos Forero Amaya Asistente administrativo: Isabel Castro Robledo Consultoría elaborada por: Conservación Internacional. Contrato No. PNUD 000020123 Las opiniones expresadas en este informe no suponen la expresión de una opinión o posición alguna de ninguna de las instituciones socias del Plan Regional Integral de Cambio Climático para Bogotá Cundinamarca (IDEAM, PNUD, Alcaldía de Bogotá, Gobernación de Cundinamarca, CAR, Corpoguavio, Instituto Humboldt, Parques Nacionales de Colombia, MADS, DNP). Los autores son responsables de la selección y presentación de los datos que figuran en sus respectivos informes y de las opiniones expresadas en ellos, que no son forzosamente	las de las instituciones socias del Plan Regional Integral de Cambio Climático para Bogotá Cundinamarca (PRICC). El PRICC es fruto de un trabajo en colaboración que ha sido posible gracias al apoyo y participación de numerosas personas e instituciones. Se ha financiado en virtud del documento de proyecto firmado entre las instituciones socias y también gracias a las generosas contribuciones del Gobierno de España y del Gobierno de Quebec, Canadá. Cítese como: IDEAM, PNUD, Alcaldía de Bogotá, Gobernación de Cundinamarca, CAR, Corpoguavio, Instituto Alexander von Humboldt, Parques Nacionales Naturales de Colombia, MADS, DNP. 2012. Algunas señales de la vulnerabilidad al clima cambiante en la Región Bogotá - Cundinamarca	Fotografías: Instituto Humboldt, IDEAM, Oficina de prensa Alcaldía Mayor de Bogotá, Oficina de prensa Gobernación de Cundinamarca, El Tiempo. Diseño gráfico: Una tinta medios. Bogotá, Colombia - abril 2014
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD AL CLIMA CAMBIANTE EN LA REGIÓN BOGOTÁ-CUNDINAMARCA

AUTORES

Conservación Internacional: (Ángela Andrade, Leonardo Sáenz, Patricia Bejarano M, Oscar Bonilla; Rocío Vega).
CIDER, Universidad de los Andes: (Juan Benavides, Ana María Veloza, Juan Estupiñán, Juan Zapata, Rosanna Ovalle). **Unidad Coordinadora PRICC Región Capital:** Javier Eduardo Mendoza Sabogal, Jason García Portilla, Juan Carlos Forero, Isabel Castro Robledo.

INTRODUCCIÓN.

Este documento consiste en una compilación de los documentos resultado de las consultorías que en el marco del Plan Regional de Cambio Climático de la Región Capital Bogotá-Cundinamarca se contrataron para realizar el análisis de vulnerabilidad.

El análisis de vulnerabilidad del Plan Regional de Cambio Climático para la Región Capital Bogotá Cundinamarca, se basó en los pasos identificados en (UNDP 2010) para el mapeo de vulnerabilidad, adaptando esta metodología al contexto regional, y a la disponibilidad de la información, todo lo cual se encuentra descrito en la guía metodológica del análisis de vulnerabilidad.

Cabe resaltar que al seguir al aplicar este enfoque, los productos generados en el marco del PRICC apuntaron a construir la línea base del perfil climático para que esta ruta pueda ser seguida.

Otro aspecto novedoso que es importante resaltar es que el análisis de vulnerabilidad se encuentra nutrido de análisis biofísicos, socioeconómicos e institucionales y de política, y es por ello que se encuentran en este documento los resultados de cada uno de estos componentes.

De esta manera, este documento describe en cada uno de sus capítulos de forma detallada, los resultados obtenidos en las consultorías que aportaron al análisis integral de la vulnerabilidad.

De esta manera, el documento se divide en tres grandes apartes:

El primero, corresponde con los resúmenes ejecutivos de las consultorías:

1 “Análisis de la vulnerabilidad institucional para afrontar retos de la Región Capital en cambio climático y del análisis de los efectos de la implementación de los instrumentos de política sobre la vulnerabilidad de la región”.

2. “Análisis de la vulnerabilidad actual y futura a la variabilidad climática y al cambio climático con enfoque territorial en la Región Capital Bogotá Cundinamarca.”

El segundo corresponde con los resultados en detalle de la primera consultoría aquí mencionada y el tercero con los resultados en detalle de la segunda consultoría.

De esta manera, la estructura del documento sigue el siguiente esquema por capítulos:

PRIMERA PARTE - RESÚMENES EJECUTIVOS

I. Documento de resumen ejecutivo dirigido a tomadores de decisiones que presenta los principales resultados del análisis de vulnerabilidad institucional y de instrumentos de política frente al cambio climático en la región capital.

II. Resumen ejecutivo del análisis de la vulnerabilidad actual y futura a la variabilidad climática y al cambio climático con enfoque territorial en la Región Capital Bogotá Cundinamarca.

SEGUNDA PARTE - RESULTADOS CONSULTORÍA VULNERABILIDAD INSTITUCIONAL

III. Análisis de la vulnerabilidad institucional para afrontar retos de la región capital en cambio climático y análisis de los efectos de la implementación de los instrumentos de política sobre la vulnerabilidad de la región.

IV. Diagnóstico del marco normativo y de política de los entes territoriales de la Región Capital en materia de cambio climático.

V. Análisis del marco normativo en materia de cambio climático y dinámica territorial en la Región Capital.

VI. Caracterización de actores (públicos, privados y de la sociedad civil) y de los arreglos institucionales existentes, necesarios en la gestión regional del cambio climático, y propuesta de ajustes a los principales instrumentos identificados respecto a su impacto territorial, de manera que configuren potenciales medidas de adaptación al cambio climático.

TERCERA PARTE - RESULTADOS CONSULTORÍA ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD ACTUAL Y FUTURA A LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA REGIÓN

VI. Marco conceptual y metodológico del análisis de la vulnerabilidad actual y futura a la variabilidad climática y al cambio climático de la Región Capital, Bogotá-Cundinamarca, bajo un enfoque territorial.

VII. Documento de análisis de la configuración espacial actual de la Región Capital con anexo cartográfico que presenta el análisis de tendencias de cobertura y uso del suelo (1:100.000) de acuerdo con la información disponible, y los factores de estrés adicional (IPCC 2012).

VIII. Documento del análisis de exposición al cambio climático usando modelación eco-hidrológica.

IX. Documento del análisis de exposición al cambio climático usando modelación eco-hidrológica y anexo cartográfico.

X. Lineamientos técnicos para la reducción de la vulnerabilidad y definición preliminar de las medidas de adaptación para el Cambio Climático en la Región Capital.

XI. Base de datos espacial (Geo data base) y metadatos con la información temática utilizada.

PRIMERA PARTE

RESÚMENES EJECUTIVOS

ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD INSTITUCIONAL PARA AFRONTAR RETOS DE LA REGIÓN CAPITAL EN CAMBIO CLIMÁTICO Y DEL ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE POLÍTICA SOBRE LA VULNERABILIDAD DE LA REGIÓN.

ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD ACTUAL Y FUTURA A LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y AL CAMBIO CLIMÁTICO CON ENFOQUE TERRITORIAL EN LA REGIÓN CAPITAL BOGOTÁ CUNDINAMARCA.

I. DOCUMENTO DE RESUMEN EJECUTIVO DIRIGIDO A TOMADORES DE DECISIONES QUE PRESENTA LOS PRINCIPALES RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD INSTITUCIONAL Y DE INSTRUMENTOS DE POLÍTICA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA REGIÓN CAPITAL.

CIDER, Universidad de los Andes: (Juan Benavides, Ana María Veloza, Juan Estupiñan, Juan Zapata, Rosanna Ovalle).

RESUMEN

Este documento abstrae los principales hallazgos y resume las recomendaciones formuladas por la Universidad de los Andes para la gestión del cambio climático en la región Capital en el desarrollo del proyecto mencionado. La *normativa* internacional en cambio climático (Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC); y Protocolo de Kyoto) empieza a tener alta visibilidad en Colombia a partir del documento Conpes 3700 de 2011; antes existían iniciativas parciales. El documento Conpes 3700 establece líneas de acción y responsables institucionales diversos, y sirve de base para el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, liderado por el DNP con el apoyo de otras entidades. Se conforma un sistema formal de gestión de asuntos relacionados con el cambio climático.

El principal problema de este sistema es la dilución de la responsabilidad entre varias entidades y la ausencia de presupuesto. Por otra parte, el país ha creado un Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres en 2012, que tendrá un Fondo cuyos recursos provendrán del presupuesto general de la Nación, y que tiene un lenguaje técnico preciso, líneas de mando y mayor capacidad de intervención que sistema nacional de cambio climático.

La normativa y los *arreglos institucionales* se traslapan en buena medida. En coincidencia con lo encontrado en otros sectores económicos, existe confusión de competencias entre las autoridades ambientales y territoriales. Por ejemplo, los POMCA tienen jerarquía sobre los POT, pero ambos procesos no se coordinan. Esta situación impide a las municipalidades asumir su responsabilidad integral sobre el agua (amenaza y recurso al tiempo).

Los *instrumentos de política* más usados en la regulación del medio ambiente son los estudios de impacto ambiental y los planes de gestión ambiental, que derivan en restricciones de tipo comando y control, de alcance limitado para problemas complejos como el cambio climático (de impactos inciertos y en horizontes de tiempo largos). No se usan instrumentos basados en principios económicos ni en incentivos. Por el contrario, los instrumentos cuantitativos de gestión de riesgo de desastres han avanzado (Bogotá cuenta con mediciones de indicadores de diversas vulnerabilidades a nivel de localidad desde 1985).

Los *actores estratégicos* con los que PRICC debe interactuar en la Región Capital son el IDEAM, DNP, CAR, Corpoguvio, EAAB, Secretarías de Planeación y Ambiente de Bogotá (cuyas funciones en cambio climático serían concentradas en el Instituto de Gestión del Riesgo y Cambio Climático, que reemplazará al FOPAE), y la Gobernación de Cundinamarca. El reto consiste en llegar a las administraciones municipales de la Región Capital con propuestas de valor tangible y financiación.

La *vulnerabilidad institucional* de los municipios es difícil de medir con la información disponible. Como punto de partida, se calcula un índice enfocado en la gestión de desastres para los municipios Cundinamarca, que captura los conceptos de capacidad de prevención y la capacidad fiscal (potencial de reaccionar ante eventos climáticos). El ideal para Cundinamarca es adoptar un sistema de indicadores de riesgo de Bogotá, aprovechando la experiencia y capacidades existentes en las universidades de la capital.

Las *posibilidades de adelantar acciones en cambio climático* son muy desiguales dentro de la Región Capital. La ciudad de Bogotá tiene instituciones fuertes y un gran presupuesto para gestión del agua, riesgos y cambio climático (USD 838 millones en el actual plan de gobierno). En contraste, Cundinamarca (salvo Girardot, Fusagasugá y algunos municipios de la Sabana de Bogotá) tiene una baja capacidad institucional, altos índices de pobreza y un bajo presupuesto para la gestión del riesgo y el cambio climático (\$23 mil millones en el actual plan de gobierno). Por la dinámica de la conurbación de Bogotá (difícil de revertir desde los instrumentos ambientales o de gestión de riesgo), los municipios más pobres de Cundinamarca expulsan población y muchos

de sus ciudadanos están inmersos en *trampas de pobreza*, que en presencia de choques climáticos pueden empeorar su situación.

El PRICC puede tener alto impacto en la coordinación de un *Plan Regional de Adaptación* que incluya paquetes de desarrollo para los municipios más pobres de Cundinamarca, la promoción de adaptación con base en I + D + i en agricultura y ganadería (atrayendo a FAO y universidades nacionales e internacionales), recolección de material genético para preservación y utilización de la biodiversidad, profundización de los mercados de seguros contra catástrofes y métodos de gestión de riesgo a nivel municipal, y un adecuado balance entre medidas blandas (reasantamiento) y duras (inversión en obras civiles), en acuerdo con el SNGRD, el Fondo de Adaptación y la Gobernación de Cundinamarca, la gestión del agua y la estructuración y financiación de proyectos socialmente rentables en adaptación, en conjunto con la banca multilateral (Banco Mundial, BID y CAF) e instituciones de investigación como el IRI de la Universidad de Columbia. En todos estos temas, PRICC puede ser un animador de las relaciones internacionales para trabajo en red, aprovechando su relación especial con el sistema de Naciones Unidas, bajo esquemas innovadores.

En el campo de la *mitigación* de gases de efecto invernadero, la iniciativa PRICC puede cooperar con la administración de Bogotá para impulsar programas de arquitectura bioclimática, eficiencia energética y uso de sistemas pasivos de acondicionamiento de aire, y una política agresiva de transporte público eléctrico basado en hidroelectricidad. Estos proyectos deben pasar la prueba de viabilidad financiera y creación de valor para la ciudad de Bogotá.

1 LAS DECISIONES EN CAMBIO CLIMÁTICO EN UN PAÍS EN DESARROLLO

PLANTEAMIENTOS BÁSICOS

Colombia representa el 0.7% de la población del planeta y sus emisiones por combustión de dióxido de carbono, uno de los gases de efecto invernadero (GEI), el 0.37% de las emisiones mundiales. Colombia consume además el 1.17% de la hidroelectricidad del mundo, energía que no libera gases de efecto invernadero en su generación. En comparación y términos absolutos, China consume cuarenta veces más petróleo y ochenta veces más carbón que Colombia, y Estados Unidos consume ochenta veces más petróleo y setenta veces más carbón que Colombia. Colombia consume poca energía en términos absolutos, y su producción energética total y per cápita es menos emisora de GEI que la de los países en crecimiento rápido o desarrollado, como China y Estados Unidos.

Colombia es un país con un bajo ingreso per cápita, desigual, con una baja tributación, que acumula un déficit de inversiones en primera infancia, educación, salud, cobertura de agua potable y alcantarillado, investigación y desarrollo, infraestructura, y grandes necesidades de inversión venideras para renovar el modelo de desarrollo regional (con o sin firma de paz). Para cualquier país o región del mundo, el cambio climático tendría impactos cuyas probabilidades de ocurrencia, severidad y patrones temporales son difíciles de estimar con el estado de conocimiento científico corriente. Los impactos económicos dependen de las medidas de prevención, mitigación de riesgo, retención y transferencia de riesgo que se tomen por parte de gobiernos, individuos, firmas reales y firmas del sector financiero y de seguros. Podrían coexistir beneficios por el aumento moderado de la temperatura promedio, con perjuicios causados por los extremos (aumento de la varianza y la kurtosis de la distribución de los eventos catastróficos). En este contexto de bajo consumo energético y competencia entre sectores por asignaciones presupuestales escasas, la financiación de la adaptación podría ser superior a la de la reducción de GEI.

¿Qué aspectos debería incluir una política de recursos fósiles en su relación con el desarrollo? Colombia puede transformar las rentas de estos productos en infraestructura, capital intelectual e instituciones; aumentar el consumo de mínimo costo de energía útil de los hogares y las firmas, con independencia de la fuente primaria; y enfocarse en la gestión de impactos ambientales y sociales del ciclo de vida de la explotación, transformación y utilización de recursos energéticos. La contribución a la reducción de gases de efecto invernadero debe asumirse cuando genere beneficios netos al país. En adición a la promoción de la arquitectura climática, la eficiencia energética y el transporte urbano movido por hidroelectricidad, la reintroducción del planeamiento urbano, el traslado de la manufactura de exportación a los puertos para racionalizar los costos de transporte son medidas con la que gana el país y se reducen las emisiones de los GEI.

El país tiene una componente hidroeléctrica muy alta y de oferta incierta. El aumento de la generación termoeléctrica es indispensable para asegurar la confiabilidad del servicio y evitar los costos de racionamiento durante sequías agudas. La población pobre puede aspirar a aumentar su consumo de proteínas y de energía y las exportaciones de carbón, gas, petróleo e hidroenergía pueden financiar la investigación y la solución de grandes problemas, entre ellos el déficit de infraestructura y logística modernas, y el desarrollo de una base manufacturera. Colombia sólo contribuirá a la solución de problemas globales en la medida en que se convierta en una economía basada en el conocimiento en las próximas dos décadas, cuando llegue a un ingreso per cápita alto con bajas emisiones, transitando por la curva ambiental de Kuznets de la manera más eficiente posible.

En adaptación hay mucho por hacer, y con grandes beneficios para el país. La adaptación a los impactos del cambio climático requiere una alta dosis de innovación, especialmente en el campo de los recursos hídricos, el diseño de la infraestructura física y el ordenamiento territorial. Las distribuciones estadísticas de la precipitación están cambiando, por lo que se requiere revisar las probabilidades de resistencia ante eventos hidrológicos extremos y las características de las obras de control y prevención de inundaciones, así como el uso y ocupación de las cuencas hidrográficas y las costas marítimas.

La financiación pública de la adaptación al cambio climático es un reto porque el ciclo político sesga el uso de los escasos recursos fiscales hacia inversiones represadas u obras de alta rentabilidad política inmediata. Se deben desarrollar mecanismos concretos para la cofinanciación con privados y entre diferentes niveles de gobiernos, que apalanquen los recursos públicos y reduzcan la aparición del fenómeno de comportamiento oportunista (reducir el esfuerzo a costo de otros actores). La adaptación debe incluir ante todo medidas “blandas”, de bajo costo y alto impacto, como la reubicación de asentamientos vulnerables y los seguros contra catástrofes. Las inversiones físicas deben partir de estimar la disposición a pagar o aceptar por retener riesgos, de una priorización de inversiones y una visión de largo plazo. Es necesario un proceso de consulta y decisión bajo incertidumbre profunda.

La U invertida de la curva ambiental de Kuznets y del consumo de energía contra crecimiento de la industria, que caracterizan la historia del crecimiento económico sólo se “aplanarán” con el cambio tecnológico radical, más que con medidas incrementales. Se necesitan, como los bautiza Taleb, *Cisnes Negros* en tecnología. Estos son disrupciones de baja probabilidad y alto impacto, cuya incursión depende de amplios fondos de investigación básica, financiados por el sector público, seguidos de las apuestas del capital de riesgo.

LECCIONES DE LA ECONOMÍA GEOGRÁFICA PARA LA REGIÓN CAPITAL

Existe una tensión entre las ventajas y desventajas de la aglomeración en la Región Capital. Por un lado, las economías de escala de Bogotá son indispensables para competir globalmente en productos de consumo masivo. Pero la eficiencia de estas economías de escala es insuficiente en el corto plazo porque podría desaprovechar un factor abundante (mano de obra de la Región Capital, lo que generaría aún mayor crecimiento de la ciudad por inmigración), no genera capital social en las zonas más apartadas de Cundinamarca, y, por la debilidad en la regulación ambiental, traslada cargas ambientales grandes a los municipios vecinos.

Las ciudades tienden a crecer orgánicamente, ignorando las intenciones e instrumentos de los planificadores. Al examinar el mapa de una ciudad cualquiera (salvo patologías como la parte planeada de Brasilia), se encuentran síntomas muy débiles de la regularidad que los planificadores urbanos quieren imponer al crecimiento y la forma de las ciudades. Se requieren más que medidas incrementales para ganarle a “la física inexorable de las ciudades.” El costo de las intervenciones para lograr cambios en la estructura y forma de una ciudad son inmensos (en Bogotá, requeriría infraestructura de transporte y parqueo capaz de compensar los costos del tiempo perdido por la congestión cuando se impulsa la densificación). Este tiempo perdido puede ser del orden de los miles de millones de dólares anuales en una megalópolis. La actual congestión está expulsando población de Bogotá. La política de reducir ciertos tributos para algunas actividades, o de privilegiar fiscalmente las zonas limpias de bosque cambia el destino de los flujos migratorios entre municipios vecinos similares que compiten por atraer población e inversiones (posiblemente contaminantes y que sobrecargan los servicios y deterioran el ambiente de estos municipios), pero no cambia la tendencia general de aglomeración en la Región.

Al examinar la economía geográfica de la Región Capital, la causalidad de la emigración no parte de los instrumentos e incentivos municipales, sino de la congestión de Bogotá: los instrumentos que se hagan desde los municipios de la conurbación son efecto y no causa de la emigración. El Metro de Bogotá podría, en un escenario de poca innovación industrial y poca generación de valor, conducir incluso a disminuir la densidad de la ciudad: “puedo elegir trabajar en la conurbación con un trabajo no calificado y vivir en los suburbios, más económicos”.

Por otra parte, al abrir la economía en la Región Capital al comercio exterior desaparecerán algunas opciones productivas viables en aislamiento, pero se abrirán posibilidades históricas para la formación de modalidades de agroindustria innovadoras y capaces de navegar en los mercados mundiales. La formación de capital social en las provincias de Cundinamarca por fuera de la Subsabana de Bogotá es clave en la consolidación de regiones con tradiciones violentas en algunas provincias de Cundinamarca durante el período de postconflicto. Este capital social debe estar anclado al territorio por actividades rentables económicamente. Los objetivos sociales y económicos para los municipios más pobres de Cundinamarca deben ser realistas desde la

perspectiva de la economía geográfica. Sin intervenciones públicas consistentes, la aglomeración de Bogotá y su expansión hacia la Subsabana podría crear un fenómeno de concentración de riqueza y de población en la conurbación, acompañado de mayor pobreza y decrecimiento poblacional del resto de municipios de Cundinamarca. Un sector clave para el futuro económico y social de Cundinamarca en el escenario de posconflicto es la agroindustria, por su relación con la generación de empleo y la ocupación del territorio.

La ausencia de infraestructura de transporte es, de lejos, el primer factor limitante del crecimiento y la incorporación de los municipios más pobres a la economía de mercado en Cundinamarca. La presencia de economías de escala en redes de transporte y nodos logísticos ligados a la multimodalidad hace que la inversión simultánea en infraestructura y en actividades privadas se convierta en un problema de coordinación. Un sector clave para el futuro económico y social de Cundinamarca en el escenario de posconflicto es la agroindustria, por su relación con la generación de empleo y la ocupación del territorio.

LECCIONES DE GOBERNANZA Y PRESUPUESTO

Cuando se tiene un esquema de decisión con muchos actores con intereses heterogéneos sin un agente que tenga el control sobre la decisión, suceden dos fenómenos: (i) los costos de transacción para llegar a un acuerdo son altísimos, crecen de manera más que proporcional con el número de participantes y con la ausencia de alineamiento de intereses; (ii) los acuerdos a los que se llega son un compromiso sin dirección clara. Por otra parte, a pesar de que haya control, si no existe capacidad institucional ni técnica, ni presupuesto, las ordenanzas departamentales y municipales serán inefectivas.

La tragedia del Conpes 3700 de 2011 es precisamente que no tiene un controlador de las decisiones porque sus instancias de consulta y decisión responden a numerosos grupos de interés diversos, y no tiene presupuesto. Esto lo hace inoperante. En el otro extremo del espectro de control sobre las decisiones sobre inversiones en cambio climático están Bogotá, la Gobernación y los municipios de Cundinamarca. Estos actores tienen control de sus decisiones. Pero para que este control genere efectos reales (movilización de inversiones), debe ser consistente con la capacidad institucional y con el presupuesto. Bogotá tiene capacidades y presupuesto (USD 838 millones en su Plan de Desarrollo). Cundinamarca tiene una capacidad modesta, pero mejorable en el corto plazo, pero no tiene presupuesto (\$ 23,447 millones en su Plan de Desarrollo; aproximadamente \$ 2500 pesos para gestión del riesgo y adaptación al cambio climático por habitante por año).

Por otra parte, la política y el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres están organizados y estructurados de manera impecable en su lógica, que lo acerca a la ingeniería y la gestión financiera del riesgo. Por su jerarquía institucional y su capacidad analítica puede lograr asignaciones bien sustentadas dentro del Marco fiscal de Mediano Plazo. Su debilidad radica en haber asignado a las CAR el papel de apoyo a la gestión del riesgo en sus jurisdicciones, que no es un punto fuerte de estas autoridades ambientales.

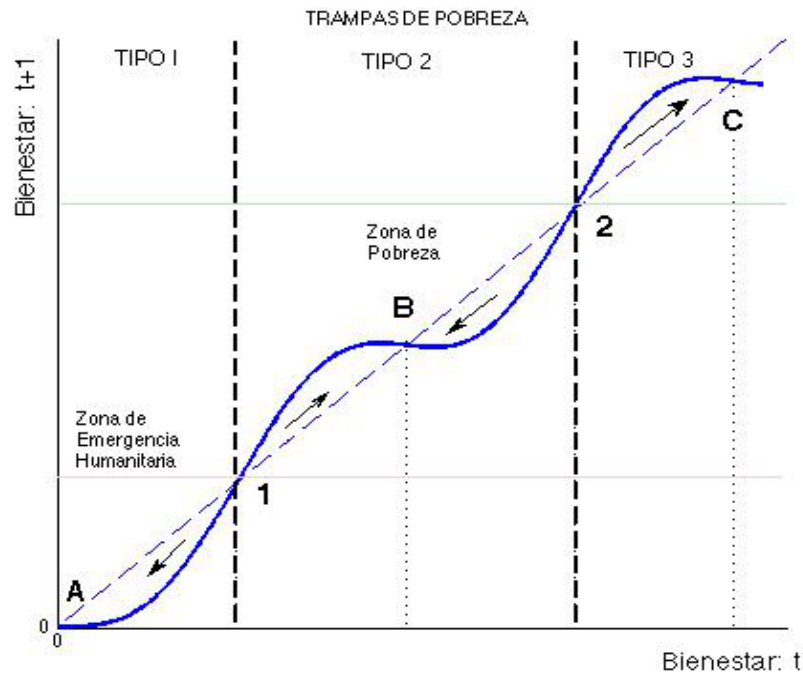
CAMBIO CLIMÁTICO Y TRAMPAS DE POBREZA

La mayoría de municipios de Cundinamarca están inmersos en *trampas de pobreza*, y la reducción de su vulnerabilidad debe ser interés prioritario. Las trampas de pobreza se caracterizan por ser mecanismos que se auto-refuerzan, trascendiendo a través de generaciones. El marco de trampas de pobreza para identificar intervenciones en cambio climático se puede representar por medio de una función que ha sido comprobada empíricamente para diversas poblaciones rurales del mundo (Barrett 2013). En el Gráfico 1, los valores en la línea horizontal representan el ingreso (bienestar) *actual*, y los valores en la línea vertical representan el ingreso *futuro* de un individuo. La curva continua en azul representa el ingreso futuro como función del ingreso actual, para cada nivel de ingreso actual.

El Gráfico 1 implica que todo punto de la curva que esté *por encima* de la línea de 45 grados representa *mayores* ingresos futuros que los actuales (más activos y riqueza), y que todo punto *por debajo* de la línea de 45 grados representa *menores* ingresos futuros que los actuales (menos activos y riqueza). Sobre la línea de 45 grados, el bienestar de hoy es igual al bienestar futuro. Este comportamiento de la función de ingresos futuros tiene grandes implicaciones sobre la naturaleza de los esfuerzos de los individuos y de los paquetes de ayuda que se

estructuren. La lección más importante es que las ayudas *en el margen* podrían ser inútiles en muchos casos porque se requieren “saltos” grandes para salir de las trampas que se discuten a continuación.

GRÁFICO 1. DINÁMICA DE LAS TRAMPAS DE POBREZA ANTE CHOQUES CLIMÁTICOS



Fuente: Barrett (2013) y adaptación de los autores

Los puntos A, B y C son *trampas* porque, una vez llegados a ellos, un *pequeño esfuerzo* para mejorar el ingreso futuro o defenderse de inundaciones, por ejemplo, se realiza a pérdida y resulta mejor no hacer nada (hay que dar saltos suficientemente grandes para salir de la trampa). A es un estado irreversible, donde los individuos no pueden sobrevivir y requieren atención humanitaria inmediata. El punto B caracteriza a los hogares o regiones que se encuentran inmersos en una trampa de pobreza, son hogares que no se encuentran en una situación de calamidad pero que tampoco pueden salir por sus propios medios de tal estado. Finalmente, el punto C es una trampa también, pero posiblemente no de pobreza sino de dar el salto a la creación de empresas más grandes (cambio de escala de la actividad).

Los puntos 1 y 2 son equilibrios inestables. A la izquierda del punto 1, los hogares se mueven hacia la zona de emergencia humanitaria ante choques climáticos, empeorando su bienestar. A la derecha del punto 1 los hogares logran acumular activos y se mueven a un estado de menor riesgo. De la misma forma, por debajo del punto 2 los hogares pierden activos y se mueven hacia el sector de pobreza, mientras que hacia la izquierda los hogares pueden acumular más activos y salir de la trampa de pobreza. Si se da una ayuda de impacto positivo, pero pequeño, una persona situada en el punto 1 sólo llegará al punto B y quedará atrapado. Si esa misma ayuda se da a una persona situada en el punto B, el dinero se perderá sin impacto y tarde o temprano volverá al punto de origen.

Identificar correctamente una trampa de pobreza abre la posibilidad a la implementación de acciones puntuales que pueden causar grandes beneficios. PRICC tiene un gran campo de acción si coordina las intervenciones de cambio climático para los municipios más pobres de Cundinamarca dentro del marco de trampas de pobreza, que ha sido adoptado por la Agencia Nacional para la Superación de la Pobreza Extrema (ANSPE), y con el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Desastre.

2 NORMAS, PLANES DE DESARROLLO, ARREGLOS, INSTRUMENTOS Y ACTORES

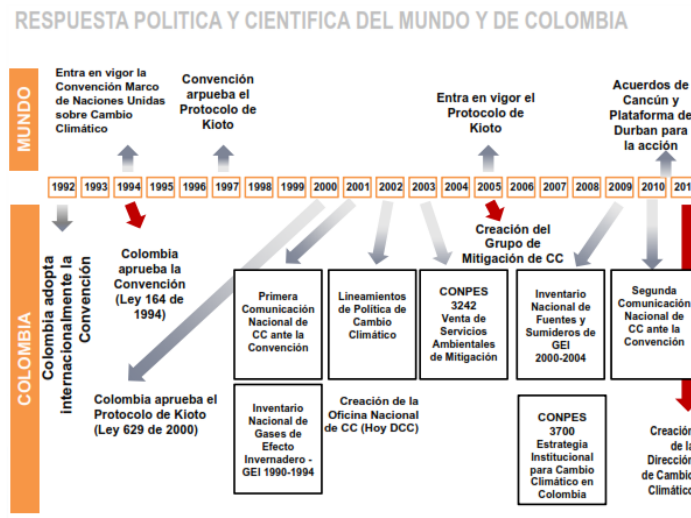
Los entregables anteriores a este informe final reflejan que, en materia de cambio climático, existe *confusión en el liderazgo* (el DNP sustituye al MADS en las metas y articulación del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático), *dilución de roles* (la gestión de riesgo se diseña y proyecta a través del SNGRD, pero las CAR y los POMCA, sin tener las capacidades técnicas, deben recomendar a las autoridades territoriales sobre la gestión de riesgo) y *grandes vacíos* (los lineamientos de política no vienen acompañados de presupuesto ni de propuestas de alianzas con el sector privado para aumentar la base de recursos). En la Región Capital, Bogotá dispone de recursos considerables para gestión de riesgo, agua y cambio climático, pero el departamento de Cundinamarca destina cerca de 1 USD por habitante por año para tales propósitos.

Una forma de tratar de manera integral al agua como amenaza y como recurso natural al mismo tiempo es trasladar a un Ministerio del Agua todas las funciones del MADS con respecto al manejo de cuencas, centralizando la gestión de las CAR y POMCAs, y dejando al MADS únicamente la regulación de calidad del agua. El Ministerio del Agua podría diseñar mecanismos de asignación óptima del recursos en usos múltiples (incluyendo la prevención de inundaciones), apoyando a los entes territoriales además en la incorporación de la gestión de riesgo en los POT, exigida por el SNGRD).

NORMAS Y PLANES DE DESARROLLO

El Gráfico 2 ilustra la evolución de las normas internacionales sobre cambio climático y las medidas correspondientes tomadas en Colombia a nivel nacional desde el sector ambiental.

GRÁFICO 2. EVOLUCIÓN DE MEDIDAS EN CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS ÚLTIMOS 20 AÑOS



Fuente: Soto (2012)

Los protocolos y acuerdos marco internacionales para cambio climático que Colombia ha suscrito incluyen: la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC); y el Protocolo de Kyoto. Las normas nacionales incluyen lineamientos y políticas incluidos en los Planes de Desarrollo, en documentos Conpes, planes de acción derivados de los Conpes, Leyes y Decretos.

El documento Conpes 3700 de 2011 busca facilitar y fomentar la formulación e implementación de las políticas, planes, programas, incentivos, proyectos y metodologías en materia de cambio climático, logrando la inclusión de las variables climáticas como determinantes para el diseño y planificación de los proyectos de desarrollo, mediante la configuración de un esquema de articulación intersectorial. Plantea la creación del Sistema Nacional de Cambio Climático (SNCC) conformado por una Secretaría Ejecutiva, Grupos Consultivos, Comisión

Ejecutiva de Cambio Climático COMECC (DNP, ministros o viceministros de MADR, MGCP, MADS, MVCT, DNP, MME, MT, MRE, MPS), comité de gestión financiera, subcomisión sectorial, subcomisión territorial, subcomisión de asuntos internacionales, subcomisión transversal de producción de información y estudios de impacto de cambio climático.

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático PNACC 2012-2014 (PNACC) se desarrolla en respuesta al Conpes 3700 de 2011. Es liderado por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) con el apoyo de Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, el IDEAM y la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres UNGRD, la participación activa de los sectores productivos, los territorios y la población. Su objetivo es reducir el riesgo y los impactos socioeconómicos y ecosistémicos asociados a la variabilidad y al cambio climático en Colombia.

El Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (SNGRD) enfrenta la gestión del riesgo como 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. Dentro de sus principios generales se destacan el principio de subsidiariedad, que reconoce la autonomía de las entidades territoriales para ejercer sus competencias. Los alcaldes como jefes de la administración local representan al Sistema en el Distrito y el municipio. El alcalde, como conductor del desarrollo local, es el responsable directo de la implementación de los procesos de gestión del riesgo en el distrito o municipio, incluyendo el conocimiento y la reducción del riesgo y el manejo de desastres en el área de su jurisdicción. El Fondo Nacional de Calamidades se denominará en adelante Fondo Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, con las siguientes subcuentas: Conocimiento del Riesgo, Reducción del Riesgo, Manejo de Desastres, Recuperación y Protección Financiera.

El Plan de Desarrollo Cundinamarca 2012 – 2016 “Cundinamarca calidad de vida” plantea consolidar corredores ambientales mediante la ampliación de las áreas estratégicas como los páramos de Guerrero, Chingaza y Sumapaz, entre otros, para la conservación, protección y sostenibilidad de ecosistemas y provisión del recurso hídrico. Plantea además mantener, restaurar, rehabilitar y/o proteger las áreas de interés hídrico mediante la implementación de acciones enmarcadas en los POMCAS. (Ríos: Bogotá, Magdalena, Suárez, Minero, Blanco y Sumapaz, entre otros). Se plantea consolidar un Sistema Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres, articulado a subsistemas municipales de prevención de desastres, incrementaremos habilidades y capacidades en las comunidades. La adaptación al cambio y variabilidad climática se incorpora como variable fundamental de los procesos de revisión general de los Planes de Ordenamiento Territorial y como variable clave del Modelo de Ocupación Territorial. Sin embargo, el dinero disponible para para gestión del riesgo y adaptación al cambio y variabilidad climática es \$23.447 millones (0.3% del total del presupuesto de la Gobernación de Cundinamarca).

TABLA 1. MATRIZ DOFA DE NORMAS PARA GESTIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA REGIÓN CAPITAL

FORTALEZAS	DEBILIDADES
-Potencia y estructura de normas del SNGRD	-Funciones sin presupuesto ni gobernanza claros para el PNACC
-Presupuesto y decisión del Plan de Desarrollo de Bogotá	-Falta de presupuesto en el Plan de Desarrollo de Cundinamarca
	-No hay normas que movilicen fondos para investigación en adaptación agrícola, mejora de capacidades de gestión de riesgo, o atracción del sector de seguros

OPORTUNIDADES

- Articulación de paquetes integrales que combinen desarrollo social y económico con adaptación, en alianza con ANSPE, SNGRD y Gobernación
- Creación de un “banco de inversión” de proyectos de adaptación
- Impulso a la investigación agrícola con FAO
- Gestión integral del agua y apoyo de su gestión en los municipios más pobres

AMENAZAS

- Materialización de desastres en Cundinamarca por falta de presupuesto, que pueden afectar por la vía del desplazamiento a Bogotá y perpetuar trampas de pobreza
- Balcanización de la gestión ambiental por exceso de instrumentos sin presupuesto en agua, de riesgo y de cambio climático entre diferentes actores sin capacidad técnica en gestión de riesgo

Fuente: elaboración de los autores.

El Plan de Desarrollo “Bogotá Humana” 2012-2016 busca definir líneas estratégicas de acción y portafolios de proyectos de mitigación y adaptación frente a la variabilidad y el cambio climático hacia la reducción de la vulnerabilidad ecosistémica e hídrica del Distrito Capital y su entorno regional. El Distrito impulsará la consolidación de estrategias regionales orientadas a garantizar la sostenibilidad de servicios ambientales y la gobernanza del agua, prioritariamente en los Cerros orientales y páramos de Sumapaz, Guerrero, Chingaza y Guacheneque. Se plantea un Programa de Gestión Integral de Riesgos, dirigido a la reducción de la vulnerabilidad ciudadana y del territorio frente a situaciones de emergencia y cambio climático. Para la recuperación de los espacios del agua, el Plan de Desarrollo asigna USD 307 millones; para la gestión integral de riesgos, asigna USD 514 millones; para la estrategia territorial frente al cambio climático, USD 17 millones. Estos fondos (USD 838 millones) equivalen al 9.4% de todo el presupuesto distrital. Estos recursos se administran a través del FOPAE, que se transformará en el Instituto de Gestión del Riesgo y Cambio Climático.

Una matriz DOFA de *normas* para el cambio climático en Colombia se presenta en la Tabla 1. Las consecuencias de este análisis y de la matriz DOFA, en conjunto con la dinámica económica y social de la Región Capital, ayudan a orientar la selección de temas que PRICC puede considerar en su portafolio de actividades. PRICC tiene el potencial de articular redes mundiales de expertos del sistema de Naciones Unidas y de entidades multilaterales y universidades internacionales y locales, centrando su atención a la solución de problemas que no están siendo atendidos en la Región Capital por otros actores.

ARREGLOS

En los países de ingresos medios como Colombia, las metas que se definan para la política de cambio climático están condicionadas por condiciones internas como el nivel de ingresos, el índice de desarrollo humano, las emisiones per cápita, y el ritmo de crecimiento de la economía. Hay tres temas que deben ser analizados en detalle y tenidos al momento de diseñar la institucionalidad para enfrentar el cambio climático: la gobernabilidad de la adaptación y la de la mitigación; el nivel de desarrollo económico de cada país; y las relaciones entre la energía y la deforestación.

Algunos trabajos recientes proponen coordinar las políticas del cambio climático con las políticas del agua. Se afirma que estas dos dimensiones hacen parte del mismo problema y por lo tanto no es recomendable separarlas. Así, desde lo institucional no se recomienda crear una nueva institucionalidad y en lo posible utilizar la ya existente. Así mismo, cuando se logra articular las políticas del agua con las de cambio climático, esta articulación se convierte en una herramienta poderosa. Otros trabajos igualmente defienden la descentralización, pues consideran que es la mejor herramienta para lograr que las decisiones del nivel nacional se conviertan en políticas efectivas. En Colombia hay una descentralización fuerte y existen

experiencias de esfuerzos conjuntos entre niveles de gobierno, que son concluyentes para afirmar que no se deben ejecutar programas desde el nivel central. El nivel local debería tener una mayor capacidad de respuesta; y dada la inevitabilidad de la participación local, se recomienda fortalecer de su capacidad.

INSTRUMENTOS

Los instrumentos de política se concentran en los estudios de impacto ambiental y los planes de manejo ambiental, de carácter indicativo (leyes, ordenanzas y decretos). Su misma existencia no garantiza ejecución. Sin embargo, con estos instrumentos se crearon fondos públicos para la gestión del cambio climático y en especial de la gestión del riesgo. Estos últimos instrumentos han tenido un gran desarrollo, con lo cual la atención de desastres tiene una rápida respuesta desde el gobierno nacional. En forma complementaria, los gobiernos territoriales han diseñado sus planes de gestión del riesgo y muchos de estos planes el cambio climático hace parte de los mismos. Recientemente, han aparecido los Planes de Manejo de Cuenca (POMCA) a escala regional, que buscan establecer las cuencas como regiones prioritarias para la conservación y manejo de ecosistemas fundamentales. Finalmente, los instrumentos de gestión de riesgo como los seguros se utilizan muy poco, a pesar de su uso generalizado en otros países.

Existe una gran cantidad de instrumentos de política en todos los niveles de gobierno: nacional, regional, departamental y municipal, pero falta coordinación entre las instituciones y entidades relacionadas. Los planes de gestión del riesgo deberían estar articulados en todos los niveles. La existencia de tantos instrumentos confunde a las autoridades territoriales. Sin coordinación y comunicación de estos planes y proyectos no se logran resultados coherentes. Aunque en la Región Capital se dispone de los instrumentos de política, hay que fortalecer su aplicación. El paso de lo normativo a lo operativo es de los temas más complejos en toda política pública. Lo anterior es el reflejo de la necesidad de integrar los instrumentos de política en el tema ambiental con los de gestión del riesgo.

ACTORES

Los actores estratégicos con los que PRICC debe interactuar son el IDEAM, DNP, CAR, Corpoguavio, EAAB, Secretarías de Planeación y Ambiente de Bogotá (cuyas funciones en cambio climático serían concentradas en el Instituto de Gestión del Riesgo y Cambio Climático, que reemplazará al FOPAE), y la Gobernación de Cundinamarca.

Los sectores minero y eléctrico generalmente tienen tensiones con el medio ambiente y pueden tener impactos negativos sobre el cambio climático. Las empresas de APSB son responsabilidad de las autoridades locales. Este es un sector que aún no está consolidado y es muy importante para adelantar las políticas de cambio climático. El sector agrícola y algunos proyectos pecuarios son lo más grandes consumidores de agua en la Región Capital. Esto hace que las autoridades locales y algunos casos las CAR, gestionen y garanticen el abastecimiento de agua para los grandes consumidores de agua (leche, por ejemplo). Las UPRA y las Umata son actores centrales en estas tareas. Las Umatas se pueden encargar de garantizar que la producción agrícola difunda buenas prácticas para el uso correcto del agua en el municipio.

El mayor esfuerzo para el trabajo en el cambio climático debe orientarse hacia los actores estratégicos, ya que cuentan con recursos, voluntad, movilización e impacto. Varios de los actores relevantes cuentan con recursos presupuestales. El reto es hacer una buena priorización de proyectos e incorporar expertos internacionales de alto nivel para garantizar aprendizaje y transferencia de técnicas de análisis y formulación de soluciones.

3 ÍNDICE DE VULNERABILIDAD INSTITUCIONAL PARA LOS MUNICIPIOS DE CUNDINAMARCA

Acemoglu, García-Jimeno y Robinson (2013) estudian la relación entre capacidad institucional y desarrollo municipal para Colombia. En su análisis encuentran que, puesto que la inversión local y nacional en capacidad estatal es simultánea y la construcción de capacidad institucional no solo beneficia al municipio, sino que genera unos efectos indirectos (*spillovers*) sobre los municipios vecinos, existe un incentivo a subinvertir en el desarrollo de capacidades de municipios individuales. Esto implica que el gobierno central debe intervenir para subsanar este “déficit” de inversión local mediante incentivos (cofinanciación basada en desempeño municipal). Los resultados de Acemoglu, García-Jimeno y Robinson (2013) confirman la importancia de la capacidad estatal como determinante de primer orden de la prosperidad de un municipio. Según sus cálculos, si se mejora la capacidad institucional de los municipios que se encuentran por debajo de la mediana nacional, llegando a la mediana actual, habrá una mejora de la calidad de vida de la población. Si sólo se tienen en cuenta los efectos directos, la mediana de la proporción de la población por encima de la línea de pobreza pasaría de 57% a 60%. De este incremento, 57% se debe a efectos directos y 43% a *spillovers*. Si se tiene en cuenta la reacción de los diferentes municipios ante la mejora en la capacidad institucional de sus vecinos, el valor se incrementaría a un 68%.

Teniendo en cuenta que la población que está bajo la línea de pobreza es la más vulnerable ante el riesgo de los desastres naturales, la inversión en capacidad estatal es decisiva para la superación de las trampas de pobreza y la reducción de vulnerabilidades ante riesgo de desastre. Esta es una segunda razón para que el estado central apoye el fortalecimiento de capacidades municipales, tanto genéricas como orientadas a la gestión del cambio climático. Los grandes asuntos del cambio climático en los que el estado central debe emprender líneas de acción incluyen la gestión del riesgo de desastres en el territorio, el uso de seguros agrícolas, la investigación agrícola y la gerencia del agua.

La capacidad de adaptación a los impactos del cambio climático es una función de la adaptabilidad social y humana, las capacidades financieras y la gobernanza e institucionalidad. La estrategia del cambio climático debe integrar instrumentos de política e instrumentos financieros para crear un portafolio de mitigación y un portafolio de adaptación. De la misma manera, un plan para la adaptación al cambio climático debe estar sustentado por estudios técnicos e indicadores que sirvan como herramienta para priorizar acciones al igual que para identificar falencias y cuellos de botella. En la literatura internacional y colombiana revisada se encontraron diversos indicadores e índices para la identificación de diversos tipos de vulnerabilidad (económica, física, social, institucional y ambiental). Los análisis de gestión del riesgo deben reflejar (idealmente) la capacidad para reducir la vulnerabilidad, la capacidad de reacción y la capacidad de recuperación. Los modelos de riesgo, el análisis de gestión del riesgo y el análisis financiero son herramientas complementarias que deberían adoptarse para la adopción de políticas para enfrentar los retos del cambio climático.

En Bogotá existe una metodología de cálculo del índice de gestión del riesgo. La metodología inicial fue presentada y evaluada por Cardona (2005) y luego desarrollada por Yamin et. ál (2013) junto con herramientas de modelación probabilista del riesgo, evaluación del riesgo, evaluación de las amenazas, evaluación de la exposición y vulnerabilidad de componentes y evaluaciones costo-beneficio de obras para la reducción del riesgo entre otras. Se recomienda adoptar esta metodología para los municipios de Cundinamarca; lo que implica un enorme trabajo de recopilación de información y realización de encuestas.

Bajo el marco conceptual del estudio, un desastre se define como un evento socio ambiental cuya materialización es el resultado de la construcción social del riesgo (Cardona 2005). La gestión del riesgo no solo incluye la reconstrucción post desastre sino que también incluye la formulación de políticas públicas y planificación del desarrollo (acciones de mitigación y adaptación). Según el marco conceptual, para una adecuada gestión del riesgo se requiere identificar las fuentes de riesgo, posteriormente se deben emplear estrategias de mitigación y adaptación para la reducción de las diferentes vulnerabilidades evidenciadas y luego se requiere tener una capacidad institucional, física y financiera para el manejo de los desastres.

Yamín et. ál (2013) construyen cuatro índices para Bogotá: índice de déficit por desastre (IDD), el índice de desastre local (IDL), el índice de Vulnerabilidad prevalente (IVP) y el Índice de Gestión del Riesgo (IGR). El IGR

refleja el nivel de organización, capacidad, desarrollo y acción institucional para reducir la vulnerabilidad y las pérdidas. En síntesis, busca reflejar la capacidad de respuesta y recuperación eficientes en caso de crisis. Éste índice se evalúa con base en referentes deseables, estableciendo una escala de niveles de desempeño o la distancia con respecto a un país de referencia. La mayoría de la información para construir el IGR se recolectó a través de encuestas sobre la percepción de los diferentes componentes. Con base en esto se realizó una escala de nivel de desempeño. Se tienen en cuenta cuatro componentes:

- 1) Identificación del riesgo colectivo (IGR_{IR}): comprende percepción individual, percepción social y una estimación objetiva. Involucra valoración de amenazas factibles de los diferentes aspectos de la vulnerabilidad.
- 2) Reducción del Riesgo (IGR_{RR}): está centrado en la capacidad de prevención y mitigación. Captura la capacidad de anticiparse con el fin de disminuir los impactos a nivel social, económico y físico causados por el evento.
- 3) Manejo de Desastres (IGR_{MD}): corresponde a la respuesta y recuperación después ocurrido un desastre y depende del nivel de preparación de los diferentes actores involucrados.
- 4) Gobernabilidad y protección financiera (IGR_{PF}): mide la transferencia del riesgo y la institucionalidad. Captura en qué medida existe una adecuada utilización de los recursos financieros para la gestión del desastre y para transferir las pérdidas asociadas a la ocurrencia del desastre.

Los indicadores de cada componente se calculan con base en encuestas de cualitativas de percepción. Los resultados de estas encuestas se convierten en indicadores numéricos y luego se agregan como una suma con ponderaciones para cada indicador. La sumatoria de las ponderaciones es igual a 1. Posteriormente, los sub índices se agregan como un promedio de los cuatro indicadores compuestos.

Para los municipios de Cundinamarca se ensayaron dos estimaciones de vulnerabilidad institucional, una basada en capacidades de prevención y reacción, y otra basada en desempeño fiscal. A continuación se presenta el cálculo basado en la información disponible para el primer caso, que resulta en una graduación más fina de las capacidades de los municipios (en el Entregable 4 se presenta la estimación por ingresos fiscales).

La gestión del riesgo involucra acciones preventivas y de reacción una vez ocurrido un evento. La capacidad de prevención mejorará en la medida que se disminuyan las diferentes vulnerabilidades (vulnerabilidad, física, económica, social, ambiental, institucional). De la misma forma la capacidad de reacción mejorará en la medida en que exista una mejor logística ante la ocurrencia de un evento y unos recursos disponibles de emergencia de disponibilidad inmediata.

Se procede de la siguiente manera. Primero, se define *evento* como la ocurrencia de un desastre natural. La ocurrencia de un evento genera pérdidas de vidas, de infraestructura, pérdidas en materia monetaria de las cosechas entre otros. El impacto del evento dependerá de la preparación del municipio. Se define C_p como la capacidad preventiva actual de un municipio. Se define C_f como la capacidad de reacción después de un evento para atender a la población afectada y gestionar obras de reparación de la infraestructura averiada. Las unidades de estas dos capacidades (porcentajes con respecto al mejor municipio) y el método de estimación se presentan en el Entregable 4.

El índice agrupa estos dos componentes de la siguiente forma:

$$IV = (\theta)(C_p) + (1 - \theta)(C_f)$$

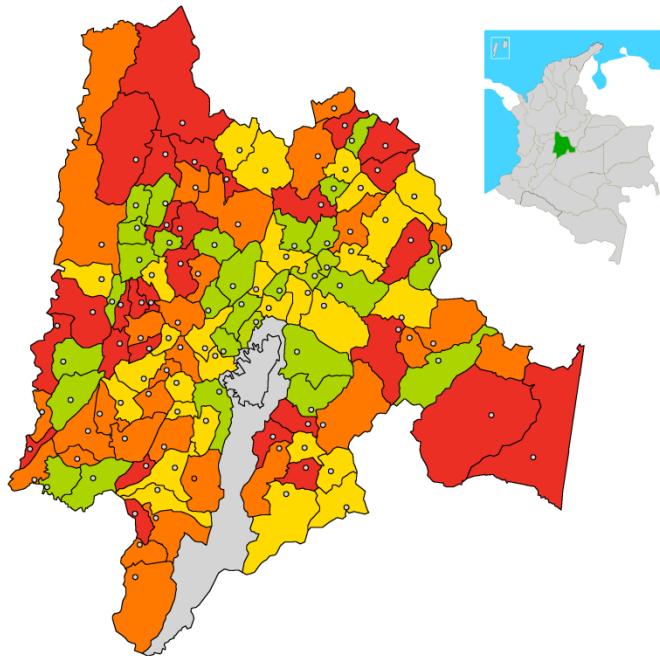
$$0 \leq \theta \leq 1$$

Si θ es cercano a 1 se da más peso al componente de prevención. Si θ es cercano a 0 se da más peso al componente de reacción. Dada la restricción de información actual, la capacidad preventiva se mide usando como variable *proxy* el estado de las viviendas (viviendas inadecuadas, viviendas en hacinamiento crítico, viviendas con servicios inadecuados), datos que se obtienen de la información del Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas del DANE. El análisis de la capacidad post-evento se asocia a la liquidez y el desempeño fiscal municipal per cápita. La liquidez municipal tiene en cuenta los ingresos y gastos del municipio. Los ingresos incluyen ingresos tributarios, no tributarios, transferencias y transferencias por regalías. Los gastos incluyen gastos corrientes y gastos por inversión. Los cálculos se efectúan para el año 2011 y se normalizan utilizando el valor más alto.

El índice se evalúa para todos los posibles valores de θ . Una vez calculado el índice se realiza un *ranking* de los diferentes municipios y se establece cual es la media municipal. Los resultados de esta aproximación para cada valor de θ se muestran en el Apéndice del Entregable 4. *La ubicación dentro de la clasificación municipal no varía cuando se le da más peso a un componente que a otro.* El Gráfico 3 muestra la estimación para $\theta = 0.5$.

El índice toma valores entre -1 y 1. Los resultados de esta primera aproximación para cada valor de θ se muestran en el Apéndice. *La ubicación dentro de la clasificación municipal no varía cuando se le da más peso a un componente que a otro.* El Gráfico 3 muestra la estimación para $\theta = 0.5$.

GRÁFICO 3. EJERCICIO 1. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD INSTITUCIONAL $\theta = 0.5$



Fuente: Cálculo de los autores

Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad media	Vulnerables	Vulnerabilidad baja
UBAQUE	VIOTA	GRANADA	FUNZA
LA VEGA	AGUA DE DIOS	PAIME	GUATAVITA
TOPAÍPI	BOJACA	VILLAPINZON	SUTATAUSA
MEDINA	UBALA	ARBELAEZ	NILO
BELTRAN	GAMA	GACHETA	VIANI
QUIPILE	GUADUAS	SAN CAYETANO	VILLETA
PARATEBUENO	PASCA	SESQUILE	EL ROSAL
NARIÑO	TIBIRITA	ZIPACON	CHOACHI
LA PALMA	CABRERA	TABIO	FUQUENE
GUACHETA	SIMIJACA	VILLA DE SAN DIEGO DE UBATE	RICOURTE
CHIPAQUE	FOMEQUE	CHAGUANI	SOACHA
NIMAIMA	SILVANIA	MOSQUERA	COGUA
GUAYABAL DE SIQUIMA	FACATATIVA	SIBATE	UTICA
LENGUAZAQUE	APULO	FUSAGASUGA	NOCAIMA
CAPARRAPI	GIRARDOT	SAN ANTONIO DEL TEQUENDAMA	QUEBRADANEGRA
VILLAGOMEZ	SAN BERNARDO	QUETAME	PULI
VERGARA	PUERTO SALGAR	CHIA	CAJICA
ALBAN	EL COLEGIO	CHOCONTA	MANTA
FOSCA	TOCAIMA	CAQUEZA	LA CALERA
CACHIPAY	VENECIA	CUCUNUBA	SUBACHOQUE
JUNIN	UNE	SASAIMA	GACHALA
TIBACUY	EL PEÑON	ANAPOIMA	TENJO
PANDI	SUESCA	GUASCA	SUPATA
TAUSA	TENA	GUTIERREZ	JERUSALEN
YACOPI	PACHO	ZIPAQUIRA	LA PEÑA
SUSA	SAN FRANCISCO	SOPO	NEMOCON
MACHETA	GUATAQUI	MADRID	GACHANCIPA
SAN JUAN DE RIO SECO	CARMEN DE CARUPA	GUAYABETAL	COTA
BITUIMA	ANOLAIMA	LA MESA	TOCANCIPA

Este resultado sugiere que las capacidades de prevención y reacción en Cundinamarca están estrechamente relacionadas en todos los municipios. Debe recordarse que este índice se estima con variables *proxy* escasas, y por tanto, hasta que no se avance en la compilación de información de base adecuada para construir índices como los disponibles para Bogotá, su aplicación debe ser cuidadosa y limitada.

Cundinamarca debería adoptar en el mediano plazo el modelo de estimación de índices de riesgo de Bogotá, lo que permitiría comparabilidad y convergencia en los métodos de medición y, eventualmente, nivelación de la gestión del riesgo por lo alto. Este es un ejercicio importante y de impacto positivo, pero costoso. Los mapas de vulnerabilidad institucional que se presentan en este trabajo deben cruzarse con los de otros tipos de vulnerabilidad para hacer un primer ejercicio de identificación de prioridades de fortalecimiento institucional, tanto genérica como específica a la gestión de riesgos de desastre. El estado central debe apoyar el fortalecimiento institucional por los incentivos locales a sub-invertir en capacidades institucionales locales. Con el resultado anterior, se propone hacer talleres por Provincia para identificar amenazas, evaluar capacidades y examinar la utilidad de los índices.

4 REFLEXIONES FINALES Y RECOMENDACIONES

La intensidad energética en Colombia puede subir durante un tiempo relativamente corto, y luego bajará por cuenta del progreso tecnológico. Los esfuerzos de moldear la estructura espacial de la conurbación de Bogotá requerirían inversiones de un monto muy alto y baja efectividad. Bogotá será una megalópolis en el corto plazo (más de 10 millones de habitantes). Cuando esto sucede, las zonas periféricas que no se articularon comercialmente se tienden a empobrecer aún más, porque la clase media de la megalópolis aumenta cada vez más la proporción de bienes importados que sustituyen fácilmente a bienes locales con modestos estándares de calidad (por ejemplo, alimentos). Esto pone en riesgo de pobreza extrema a los municipios de la zona del Valle del Magdalena y del Piedemonte Llanero. La población de la conurbación crece más rápido que el promedio nacional, mientras que la población de las provincias más pobres y alejadas decrece. La conurbación de una megalópolis impone cargas ambientales y demandas de agua sobre los municipios vecinos, que usualmente no están preparados para recibir de manera súbita y masiva nueva población y empresas o talleres, ni en la planificación territorial, ni en el manejo ambiental. Si Bogotá, que tiene mayores recursos fiscales que sus vecinos de la Región, no asume un liderazgo proactivo para ordenar inteligentemente el territorio, habrá crecimiento económico desigual con pobreza exacerbada en los municipios ya pobres, y con problemas ambientales y de traslado de la congestión a los municipios prósperos más integrados comercialmente. No hay que huir de las economías de aglomeración, que ayudan a la productividad; lo importante es gestionar la congestión de manera compatible con las capacidades de los ecosistemas vecinos. El crecimiento de la conurbación no se puede impedir. Los instrumentos

En presencia de cambio climático, el problema central de la ordenación del territorio de la Región Capital será la gestión adecuada del abastecimiento del agua y del riesgo de desastres por variabilidad del ciclo hidrológico. La solución de estos problemas requiere ante todo sofisticados modelos de ingeniería e hidrología, y el cálculo de las disposiciones a pagar o a aceptar determinados niveles de inundación o sequía, que no hacen parte de la práctica ordinaria de las entidades ambientales. La definición de Estructura Ecológica Principal es maximalista y corre el riesgo de convertirse, con lentes de aumento y sin el uso de incentivos, en restricciones incompatibles con las presiones sociales y económicas del crecimiento de la conurbación.

Se debe profundizar la utilización oportuna de la información científica tanto para dar conocer la magnitud del problema como para servir de respaldo a la definición de una agenda de investigación y seguimiento del cambio climático en las regiones. Es necesario descentralizar la política de cambio climático. Además cuando la capacidad institucional local sea débil, es mejor fortalecerla con programas de apoyo. Se recomienda utilizar el marco institucional existente de programas similares o del mismo sector y, evaluar la posibilidad de que la política de cambio climático se adelante en forma integral con lo que se denomina *gobernanza del agua*. El gobierno nacional debe concentrarse en definir y liderar las políticas del cambio climático (no ejecutar) y en lograr que sea parte central de la agenda pública. La política de cambio climático debe tener en cuenta en entorno social, económico y político, y las necesidades y preferencias de la población y los gobiernos locales.

Se considera que la creación de un Ministerio del Agua puede ser la solución estructural a los problemas del agua y del cambio climático, por las siguientes razones: (i) los actores y los instrumentos que tienen relación con la política de cambio climático son numerosos; esto muestra el interés de las autoridades estatales por el tema, pero hacen muy compleja la gestión del cambio climático en el entorno local; (ii) la proliferación de la legislación y el mayor número de actores y de instrumentos de política requieren un nuevo marco institucional. No se recomienda copiar un modelo, sino desarrollar uno propio. Un Ministerio del agua sería la mejor solución para consolidar la institucionalidad de la gobernanza del agua, del cambio climático y de la gestión del riesgo.

No hay normas ni incentivos que atraigan al sector de seguros y reaseguros (actores claves en la gestión integral del riesgo). Hay una gran necesidad de desarrollar herramientas de gestión (formulación y evaluación de proyectos bajo incertidumbre). La llegada del SNGRD al territorio requiere grandes esfuerzo de apoyo técnico, especialmente a nivel de CAR y POMCA, que carecen de formación en gestión profesional de riesgos para poder cumplir eficazmente la función de adaptación basada en ecosistemas que plantea el PNACC.

Finalmente, no existen incentivos ni financiación para I + D + i en investigación básica ni aplicada en mejora genética y entendimiento de la dinámica de los ecosistemas, que permitan anticipar el desarrollo de especies e intervenciones resilientes a aumento en la temperatura media y a cambios hidrológicos extremos. La actual modalidad de financiación de Ciencia, Tecnología e Innovación delega las iniciativas a las entidades territoriales dentro del esquema de regalías. El alcance de las inversiones se limita a lo que se pueda demostrar durante el ciclo de los períodos de gobierno, sin que exista un Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología con capacidad de orientación y fondos para emprender investigaciones de carácter básico y transversal. Los problemas que requieren horizontes de decisiones de más largo plazo, como la oferta de agua y la adaptación al cambio climático, pasan a un segundo plano.

PRICC tiene el potencial de articular redes mundiales de expertos del sistema de Naciones Unidas y de entidades multilaterales y universidades internacionales y locales, centrando su atención a la solución de problemas que no están siendo atendidos en la Región Capital por otros actores. Los temas clave son el impulso a la investigación agropecuaria y en entendimiento de ecosistemas; la facilitación del papel de los seguros dentro de la estructuración de paquetes de apoyo para la gestión de riesgo de desastres en los municipios de Cundinamarca, el gobierno del agua y la financiación de proyectos en cambio climático:

- La investigación agropecuaria, para disponer de productos resilientes mediante mejora genética permitirá mantener o mejorar la productividad de las regiones más apartadas y evitar que su población caiga en el estado de pobreza extrema.
- Para los economistas y los expertos en riesgo e infraestructura es una sorpresa la ausencia de referencias más recurrentes a los seguros como medio de evitar caer en trampas de pobreza en Colombia. Este nicho requiere acercarse a las técnicas y portafolios de intervenciones, que incluyen además la emisión de bonos catastróficos, derivados climáticos al estilo de los transados en la bolsa de Chicago desde hace casi una década y otros instrumentos de transferencia de riesgo a terceras partes.
- Los paquetes de apoyo a la gestión de riesgo de desastres permitirán también evitar que las pérdidas de activos a causa de riesgos catastróficos perpetúen las trampas de pobreza discutidas.
- La excesiva legislación del SINA, acompañada de bajas capacidades técnicas en gestión real, hacen que la idea propuesta de creación del Ministerio del Agua tenga sentido. Hay que llegar a la formulación de líneas de acción con presupuesto, gerencia y generación de valor por fuera del sector ambiental.
- En el campo de la mitigación de gases de efecto invernadero, PRICC puede aliarse con la administración de Bogotá para impulsar programas de arquitectura bioclimática, eficiencia energética y uso de sistemas pasivos de acondicionamiento de aire, y una política agresiva de transporte público eléctrico basado en hidroelectricidad. Estos proyectos deben pasar la prueba de viabilidad financiera y creación de valor para la ciudad de Bogotá-

Un reto de PRICC será ayudar a crear una “banca de inversión” que logre financiación adicional mediante proyectos que generen valor económico; e incentivos para actores privados, usando la figura de los Contratos-Plan y las alianzas público-privadas.

REFERENCIAS

Acemoglu, D., García-Jimeno, C., & Robinson, J. A. 2013. State Capacity and Economic Development: A Network Approach. MIT: Working Paper.

Barrett, C. B. 2013. Poverty Traps, Resilience and Resource Dynamics Among the Extreme Rural Poor. Seminario en la Universidad James Cook (Australia). Julio 4. Disponible en: http://aem.cornell.edu/faculty_sites/cbb2/presentations.htm

Cardona, O. D. 2005. Indicadores de Riesgos de desastre y gestión de riesgos. Informe resumido. Banco Interamericano de Desarrollo, Departamento de Desarrollo Sostenible. División de Medio Ambiente, Washington D.C.

Soto, A. 2012. "Cambio climático en Colombia: hacia un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones en carbono." Bogotá. D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Yamin, L. E., Ghesquiere, F., Cardona, O. D., & Ordaz, M. G. 2013. Modelación probabilística para la gestión del riesgo de desastre. El caso de Bogotá, Colombia. Bogotá, Colombia.

II. Resumen ejecutivo del análisis de la vulnerabilidad actual y futura a la variabilidad climática y al cambio climático con enfoque territorial en la Región Capital Bogotá Cundinamarca.

Elaborado por: Conservación Internacional Colombia.

Ángela Andrade, Coordinadora Técnica

Leonardo Sáenz, Profesional Ecohidrólogo

Patricia Bejarano M., Profesional Urbano-Regional

1. INTRODUCCION

El estudio de vulnerabilidad al cambio climático con énfasis territorial, para la región Bogotá-Cundinamarca, se basó en estudios previos de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático desarrollados en el país por IDEAM (2001, 2010), el proyecto INAP (IDEAM, 2011), lineamientos del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (DNP,2012), Grajales (2013), Espejo (2012) así como modelos globales efectuados por el IPCC (2007), (2012), entre otros. Estos estudios se complementaron con modelos eco hidrológicos desarrollados por Conservación Internacional y algunos socios como el King´s College y el US Geological Survey (Mulligan and Burke,2005; Mulligan, 2012; Saenz and Mulligan, 2013), modelos demográficos y socio-económicos (Martine and Shensul, 2013), de biodiversidad (Benito & Peñas, 2007, Rowland et al. 2011 y Thomas et al. 2011), con base en información proveniente de estaciones meteorológicas suministrada por el IDEAM, así como otra información disponible en el DANE, 2005.

El marco conceptual y metodológico para el análisis de vulnerabilidad, se sustenta en la Adaptación Basada en Ecosistemas, (CBD, 2010), Locatelli (2008), Andrade, et al (2011), FCCC (2011), bajo una perspectiva territorial (UNDP, 2012), en donde el objetivo central es el análisis de la exposición y la vulnerabilidad, de los impactos del cambio climático sobre los servicios que proveen los ecosistemas críticos para la región Bogotá-Cundinamarca, y su posible incidencia en la población urbana y rural que habita en este territorio, así como su relación con la cobertura y uso de la tierra, los asentamientos humanos, las actividades agropecuarias, la explotación de recursos del subsuelo, la infraestructura física y social, la conservación de la biodiversidad, entre otros.

El estudio de la exposición de los servicios ecosistémicos, se centra en la disponibilidad del recurso hídrico, ya que el agua se constituye en uno de los servicios prioritarios para el mantenimiento de la población y sus actividades productivas, y su apropiada gestión es uno de los temas centrales de la adaptación (FCCC, 2011b). Se tuvieron en cuenta los factores de regulación hidrológica, ya que los ecosistemas de montaña están seriamente afectados por cambios en la intensificación del ciclo del agua, y están reduciendo la capacidad de los ecosistemas para regular la cantidad de agua, teniendo en cuenta la operación óptima de la infraestructura hídrica, el suministro de agua potable, la generación de energía, la irrigación y la mitigación de inundaciones. Se tuvieron en cuenta factores de amenaza como las inundaciones, los deslizamientos y los incendios. Se exploró también la exposición y vulnerabilidad de ecosistemas de bosque y páramo debido a cambios en disponibilidad hídrica producidos por el cambio climático, así como los impactos potenciales sobre otros ecosistemas naturales en la región. Futuros estudios de vulnerabilidad al cambio climático en la zona, deben basarse en estos resultados, y así ajustar las intervenciones a ser adoptadas.

De forma complementaria, en el presente estudio se desarrollaron análisis de uso y cobertura de la tierra, basados en información de IDEAM y otras fuentes, para los años 1993, 2002 y 2007. Respecto a la biodiversidad,

se efectuaron análisis para la biodiversidad sensible (especies amenazadas, endémicas y migratorias), así como cambios posibles en los ecosistemas, según los modelamientos efectuados en el presente estudio.

Desde el punto de vista de la población que habita en la región Bogotá-Cundinamarca, el estudio de vulnerabilidad consideró criterios demográficos, socio-económicos, asentamientos humanos, calidad de la vivienda y acceso a servicios públicos, infraestructura física y social (Martine and Shensul, 2013), usos agropecuarios, proyectos de explotación del subsuelo, entre otros. Así mismo, la visión de la vulnerabilidad, según el enfoque utilizado, tiene en cuenta presiones y amenazas producto de la degradación del paisaje, el manejo inadecuado de los ecosistemas, la expansión agrícola y ganadera, procesos de urbanización y ampliación de la frontera agrícola, entre otros.

La información se presenta en 102 y 2 bases de datos geo referenciadas (geodatabase), para el Departamento de Cundinamarca y sus 116 municipios, así como el Distrito Capital y las 20 localidades que lo constituyen. Se incluye una base de datos que presenta una síntesis de la vulnerabilidad por municipios y localidades. Para el caso de Cundinamarca, la información vectorial correspondiente a cartografía base se encuentra a escalas 1:25.000 y la temática a 1:100.000, excepto para las exposiciones a remoción en masa, incendios y degradación de suelos cuya información disponible se encuentra a 1:500.000. En el caso del Distrito Capital, la cartografía vectorial se encuentra a escala 1:25.000. En todos los casos, los modelamientos ecohidrológicos se generan en formato raster a una escala de 1:100.000.

Los resultados que arroja el presente estudio están limitados en gran parte a la disponibilidad final de información, los modelos utilizados y la misma interpretación de los mismos. Para el caso de los modelos ecohidrológicos, los niveles de confianza son altos para las estaciones de caudal validadas, los rangos de error son mayores hacia los extremos del departamento debido a la menor densidad de estaciones. En general el análisis es robusto en el tratamiento histórico tanto por el IDEAM como por el presente estudio, en donde se utilizaron procedimientos de modelación que incluyen controles eco-hidrológicos en áreas tropicales de montaña como la corrección de la precipitación horizontal y las consideraciones de procesos de intercepción de neblina, así como la validación del caudal modelado anual regional para un serie de estaciones con datos observados de buena calidad, y la cros validación para comparar áreas de mayor incertidumbre entre diferentes modelos de cambio climático. Lo anterior permite recomendar los resultados para determinar con bastante certeza, la zonificación de áreas de mayor exposición al cambio climático en la región por cambios en disponibilidad hídrica y otros aspectos eco-hidrológicos asociados, como los cambios en la frecuencia de neblina y sus implicaciones sobre la exposición de bosques de niebla y paramos.

En lo que respecta a la información socio-económica, la gran mayoría de datos proviene del DANE, (2005, 2007 y 2011) y las estadísticas de Cundinamarca (2010), para lo cual hay que considerar que todas las proyecciones responden al proceso de conciliación censal, con un margen de error del 7%. Hay que tener en cuenta además que existen limitaciones por generalizaciones asociadas a incertidumbres de los datos y su extrapolación a grupos sociales absolutos (Borenstein, et al 2009).

Es importante anotar que el presente estudio no contempló por razones presupuestales la consulta de expertos y la validación ante actores relevantes, así como la participación de las comunidades, componente esencial de un estudio de vulnerabilidad. Por tanto, los resultados y recomendaciones que aquí se expresen, deberían ser tratados posteriormente de manera participativa, con el fin de afinar el componente de capacidad adaptativa y construir las acciones de adaptación.

2. MARCO CONCEPTUAL

El presente estudio se basa en un análisis integral de la vulnerabilidad ante los impactos del cambio climático en los servicios eco sistémicos prioritarios, para el bienestar de la población que habita en la región Bogotá-Cundinamarca. Se tienen en cuenta factores derivados de condiciones sociales, económicas, ambientales, institucionales, incluyendo cambios demográficos, el desarrollo urbano, la ampliación de la frontera agrícola, degradación ambiental, entre otros.

Estudios previos desarrollados por FCCC (2011b), IDEAM (2001, 2010, 2011), Anderson, et al (2011), entre otros, han demostrado que en zonas tropicales de montaña, la variación en la disponibilidad de agua, producto del cambio y la variabilidad climática, es uno de los factores determinantes que afectará en el futuro el bienestar de la población. Estas afectaciones no son solamente producto de cambios en el régimen hidrológico, como consecuencia del cambio climático, sino de otras actividades tales como la expansión de la frontera agrícola, la urbanización y la transformación de los ecosistemas naturales, que activan procesos tales como inundaciones, avalanchas, deslizamientos, que generan situaciones de riesgo para la sociedad.

Los escenarios de cambio climático desarrollados por el IDEAM (2011) sirven para estudiar la vulnerabilidad de los ecosistemas de montaña en los Andes al cambio potencial, y por tanto, la exposición y vulnerabilidad de los servicios que estos proveen a las comunidades humanas en la región. Los principales cambios previstos están asociados a aumentos de temperatura, que acorde al ensamble de los escenarios IDEAM usados al año 2050 (periodo 2041 - 2070), van desde 0.2 °C en promedio anual en áreas del páramo de Sumapaz, a 2.8°C, en áreas de piedemonte y transición hacia la Sabana de Bogotá, incluyendo zonas en municipios de Facatativá, Sasaima, Subachoque, Madrid, Anolaima entre otros. Cambios en precipitación van desde incrementos hasta de un 40% en zonas expuestas de los flancos orientales del Parque Nacional Natural Chingaza, así como en zonas del páramo de Sumapaz. Reducciones en precipitación también fuertes (hasta 30%) se podrían observar en zonas de Guaduas y Mosquera hacia las vertientes del Río Magdalena y en los cañones centrales de las cuencas de los Ríos Guavio, Negro, y Chivor entre otros.

El IPCC (2012) establece que los eventos extremos pueden contribuir a la ocurrencia de desastres, teniendo en cuenta que estos riesgos surgen de la interacción entre fenómenos meteorológicos o climáticos extremos, junto con la exposición y la vulnerabilidad; por esto, el estudio de la vulnerabilidad se vuelve fundamental para establecer el riesgo y desarrollar estrategias apropiadas de adaptación. Los fenómenos meteorológicos o climáticos extremos, afectan la capacidad de resiliencia y de adaptación de la población humana. La exposición y la vulnerabilidad son dinámicas que varían en el tiempo y el espacio, y dependen de factores demográficos, económicos, educación, salud, características culturales, entre otros. La capacidad adaptativa está determinada por la habilidad de los ecosistemas para conservar su integridad y la capacidad de la sociedad de prevenir de manera oportuna los impactos producidos por los cambios globales.

El estudio de la vulnerabilidad en función de los servicios ecosistémicos permite tener una mejor aproximación entre la salud de los ecosistemas y la capacidad adaptativa de la sociedad (Turner, 2003), (Locatelli, 2008). La gestión de los ecosistemas como respuesta a la vulnerabilidad de los servicios ecosistémicos ha sido subrayada por Munang, et al, (2013), al resaltar que al menos 60% de los servicios ecosistémicos identificados, estarán afectados por el cambio climático. Así mismo, argumentan que si bien, cerca de un 40% del total de los ecosistemas, van cambiando su estructura y función, la mayoría puede llegar a extinguirse.

En la figura 1 se presenta el enfoque de trabajo utilizado, y los vínculos entre los principales componentes considerados:

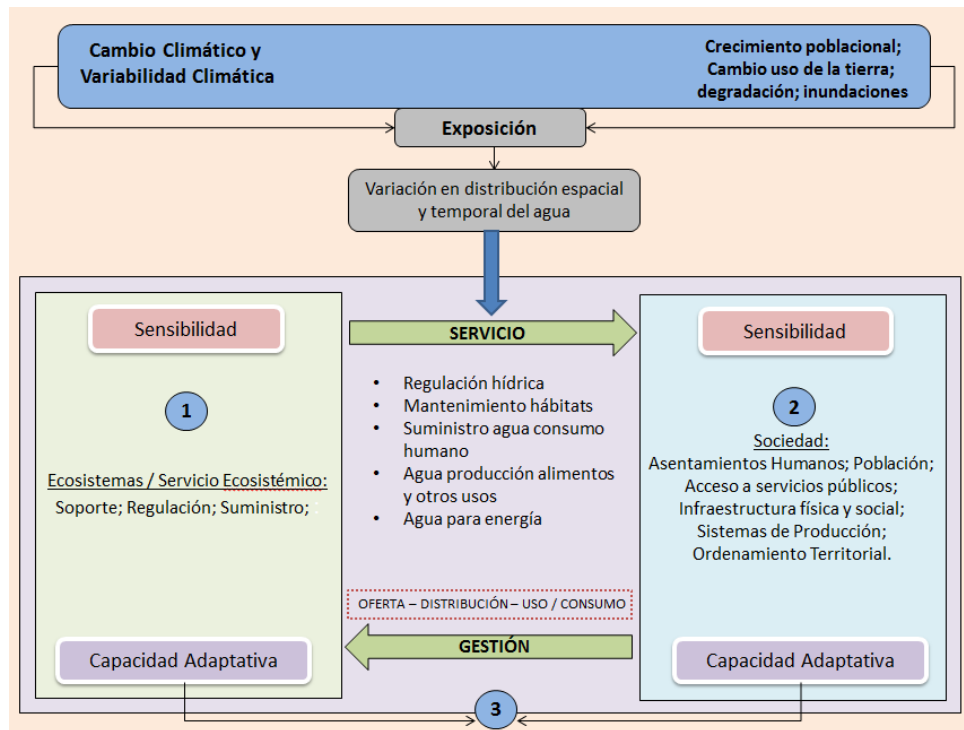


Figura 1. Síntesis del Marco Conceptual, basado en Locatelli (2008). 1. Indica la vulnerabilidad de los servicios ecosistémicos al cambio climático, la variabilidad climática y otras amenazas no climáticas, como el crecimiento poblacional, la degradación de los suelos, la contaminación, las emisiones. 2. Indica los sistemas humanos considerados, y 3. Indica la capacidad adaptativa como un todo.

Con base en los criterios establecidos en el marco conceptual, se propusieron 9 indicadores que miden la vulnerabilidad actual y futura, de manera integral, y considerando aspectos sociales, económicos, cambios demográficos, así como las amenazas a incendios, deslizamientos e inundaciones, en función a los modelos eco- hidrológicos desarrollados en el presente estudio. Algunos de ellos se basan en las propuestas desarrolladas por IIED, 2013 y Guzmán (2013):

1. Condiciones demográficas.
2. Condiciones socio-económicas.
3. Sistemas de producción agrícola.
4. Asentamientos humanos.
5. Viviendas y acceso a servicios públicos.
6. Infraestructura física y social.
7. Servicios hidrológicos.
 - Cantidad de agua.
 - Regulación del agua.
 - Calidad del agua.
 - Escasez hídrica.
 - Escasez hídrica debido a reducciones de calidad hídrica.
 - Exposición a inundaciones.

8. Cambios de hábitat y pérdida potencial de biodiversidad
9. Instrumentos de Planificación Territorial

3. RESULTADOS

A continuación se presenta una síntesis de los principales productos obtenidos en el presente estudio, así como una síntesis de los análisis más relevantes y recomendaciones:

3.1. Cambios en Uso y Cobertura de la Tierra

La Segunda CN de Colombia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, referido al componente de la vulnerabilidad, refiere que los impactos potenciales generados como consecuencia del cambio climático, son medidos sobre las diversas coberturas y formas de uso del suelo (INAP, 2010).

Considerando que las mediciones de vulnerabilidad están relacionadas con las coberturas y la forma de uso de la tierra, se analizó para la región Bogotá-Cundinamarca, el estado actual de las coberturas, sus patrones de cambio y algunas posibles tendencias.

El análisis multitemporal se efectuó para los años 1993, 2002 y 2007, y posteriormente se evaluaron los cambios en la configuración espacial de las categorías analizadas para identificar posibles patrones. En la tabla 1 se presenta el consolidado de los cambios previstos en la cobertura, a partir de la información obtenida para los años de 1993, 2002 y 2007 y se presenta una estimación de las superficies de las coberturas para el año 2050, basada en los siguientes supuestos:

1. Las áreas protegidas actuales se mantendrán y por lo tanto sus coberturas no serán transformadas por actividades humanas.
2. Las áreas urbanas sufrirán la expansión prevista en la zonificación de los POTs (referentes a las áreas de expansión urbana).

En la figura 2 se presentan las ganancias y pérdidas de coberturas encontradas en los periodos analizados.

Tabla 1. Áreas estimadas para la cobertura de la tierra en los años 1993, 2000, 2007 y 2050

COBERTURAS DE LA TIERRA	Área estimada en hectáreas			
	1993	2000	2007	2050 supuesto 1 de CC
Territorios artificializados	40.847	45.550	56.831	116.910
Territorios agrícolas	247.503	129.635	135.097	158.896
Territorios pecuarios	1.047.614	717.271	777.177	748.024
Territorios agropecuarios	281.961	636.066	607.159	587.031
Bosques	474.504	502.791	557.511	559.450
Páramos	250.383	175.567	176.588	181.196
Suelo desnudo	19.193	11.800	10.694	9.249
Zonas húmedas	4.075	4.652	5.024	4.743
Cuerpos de agua	15.808	22.586	23.082	22.817
Sin información	27.048	163.019	59.773	20.620
	2.408.936	2.408.936	2.408.936	2.408.936

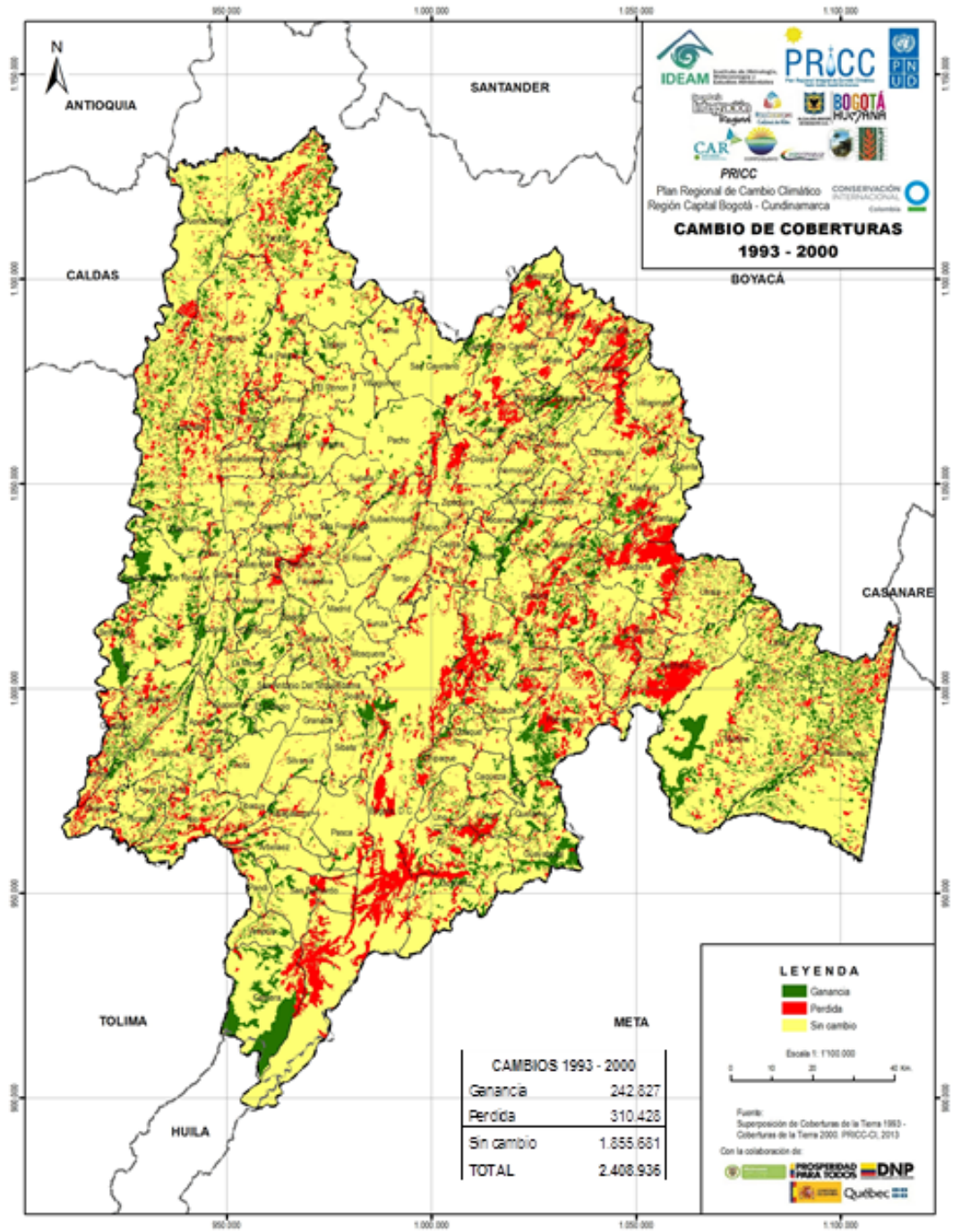


Figura 2 a. Cambios multitemporales en las coberturas para el intervalo 1993 - 2002

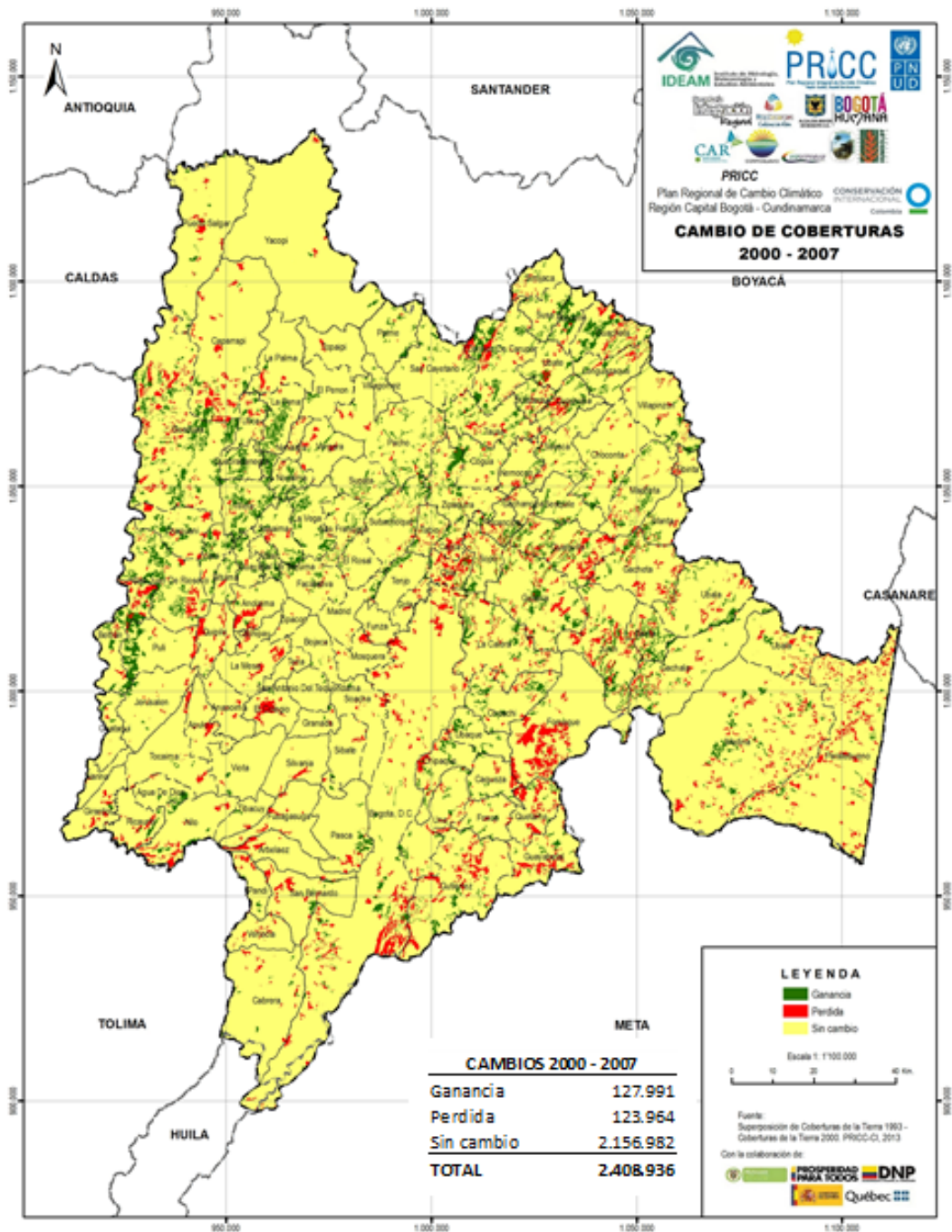


Figura 2b. Cambios multitemporales en las coberturas para el intervalo 2002-2007

3. 2. Ecohidrología:

El cambio climático podría producir impactos hidrológicos severos en el área del PRICC, los cuales pueden exponer tanto a las comunidades como a los ecosistemas, y así afectar sus medios de vida y sostenibilidad.

El presente estudio incluye los resultados de los análisis ecohidrológicos sobre la exposición al cambio climático en la región y sus implicaciones sobre la disponibilidad de agua, procesos de escasez hídrica, así como otros aspectos relacionados a la exposición a desertificación, inundación, entre otros. También se explora la exposición de ecosistemas de bosque y páramos, sistemas productivos agrícolas y otros ecosistemas, a cambios en disponibilidad hídrica o eco-sistémica debido al cambio climático. Los resultados pretenden generar consenso sobre las principales áreas de atención con relación a la exposición al cambio climático pero sin generar necesariamente “reglas de oro” acerca de los impactos o las medidas de adaptación, debido a la gran variabilidad de los impactos potenciales. Por lo tanto, el estudio ofrece más bien un cimiento de análisis de los impactos y las opciones de adaptación que resalta acciones, como por ejemplo “low regret” (por sus siglas en inglés), para adaptar a las poblaciones a dichos impactos.

Los ecosistemas naturales juegan un papel importante en la regulación y calidad de dicha disponibilidad hídrica y por lo tanto su mejor manejo es probable que suministre alternativas de adaptación a algunos de los impactos hidrológicos del cambio climático (FCCC, 2011). De esta forma, dada la robustez del marco conceptual de la evaluación eco-hidrológica presentada en este informe, algunos aspectos de exposición se discutirán en términos de lo que implican para la vulnerabilidad, y de las opciones AbE que deberían tomarse para focalizar mejor las acciones y maximizar el beneficio de futuras estrategias de adaptación.

La variabilidad de los impactos al cambio climático en la región es bastante amplia y hay definitivamente áreas donde estos impactos son más acentuados. La alta complejidad topográfica, ecosistémica y climática del área de estudio, podría explicar esta variabilidad. Por ejemplo, podrían existir reducciones fuertes en la disponibilidad hídrica a lo largo de la Sabana de Bogotá, en municipios como Guachetá, Fúquene, Tausa; áreas como Facatativá, Subachoque y poblaciones como Cáqueza y Fómeque en la vertiente del Orinoco (Figura 3). Municipios como Guaduas, La Esperanza o Chaguaní en la vertiente de la Magdalena podrían también ver reducciones importantes (Figura 3). Resalta también la disminución en disponibilidad hídrica en las zonas de media montaña de las vertientes que alimentan los embalses de Guavio y Chivor así como a lo largo de la cuenca del Río Negro (Figura 3). Aunque la modelación hidrológica desarrollada solo contó con datos de entrada mensuales suministrados por el IDEAM, estos resultados comparan bien en términos de estacionalidad con aquellos presentados por Espejo (2013) que muestran el aumento en la mediana de los periodos de días secos para las zonas cercanas a las descritas en este estudio (Espejo, 2013, mapa 3).

En contraste, grandes aumentos en disponibilidad hídrica ocurren en la margen oriental del Parque Nacional Natural Chingaza, la parte oriental del Departamento de Cundinamarca y en zonas del páramo de Sumapaz; así como en zonas de la vertiente del Magdalena en proximidad a centros urbanos como Fusagasugá, y zonas elevadas entre Villeta y Guaduas y a largo de las estribaciones que ascienden hacia la Sabana de Bogotá (Figura 3).

Por otra parte, los impactos hidrológicos localizados podrían exponer poblaciones humanas a procesos como incrementos en la frecuencia de incendios, o aumento de la susceptibilidad a sequías más marcadas en áreas con reducciones en disponibilidad hídrica. O por el contrario, exponer las poblaciones humanas a fenómenos de deslizamiento de tierra e inundaciones, especialmente en las estribaciones de los sistemas montañosos que ascienden hacia la Sabana de Bogotá, desde la Cuenca del Magdalena, o en zonas de alto incremento en la disponibilidad hídrica en la vertiente de la Orinoquia.

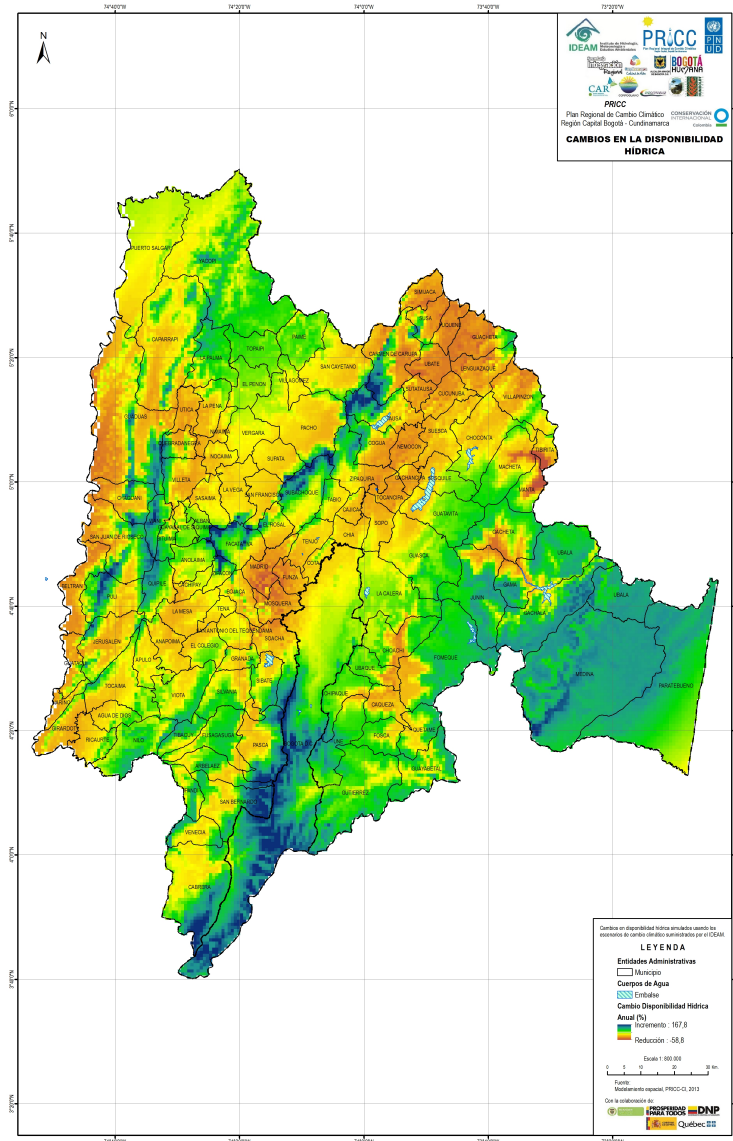


Figura 3. Cambios en disponibilidad hídrica simulados usando los escenarios de cambio climático suministrados por el IDEAM.

En general, la exposición a cambios hidrológicos inducidos por el cambio climático es bastante variable debido a los fuertes controles eco-hidrológicos e hidro-climáticos en áreas de alta montaña y piedemonte (Figura 3). Y aunque este estudio utilizó un procedimiento robusto de análisis eco-hidrológicos para escenarios de línea base y cambio climático, sus resultados deben usarse con cautela, particularmente hacia los extremos del Departamento donde la densidad estaciones usadas el análisis es menor. Sin embargo, la modelación robusta así como su validación nos permiten recomendar los resultados para determinar con bastante certeza, la zonificación de áreas de mayor exposición al cambio climático por cambios en disponibilidad hídrica.

Es importante mencionar que no se modelaron fenómenos como la adaptabilidad de cultivos o la susceptibilidad a desertificación pues estaban fuera del alcance. Por lo tanto, la información resultante de la modelación hidrológica de los impactos del cambio climático, se puede usar para determinar aspectos de

exposición pero no para determinar con exactitud aspectos como la expansión de áreas desérticas o la variabilidad en el área de paramo.

Por otro lado, la mayor exposición por reducción en disponibilidad hídrica a lo largo de la Sabana de Bogotá, en municipios como Guachetá, Fúquene, Tausa, áreas como Facatativá, Subachoque, y en poblaciones como Cáqueza y Fómeque, en la vertiente del Orinoco, hacen que se pueda presumir una vulnerabilidad importante de las comunidades al cambio climático. Por lo tanto es fundamental tener en cuenta la conservación de bosque y su manejo sostenible así como la restauración de humedales de alta montaña y páramos, lo cual puede garantizar un suministro hídrico más regular para estas comunidades.

Cuando los impactos de cambio climático en términos de disponibilidad hídrica se acompañan por degradación de calidad, la protección de estos ecosistemas se hace aún más importante gracias a su papel de filtración y purificación (Figura 4).

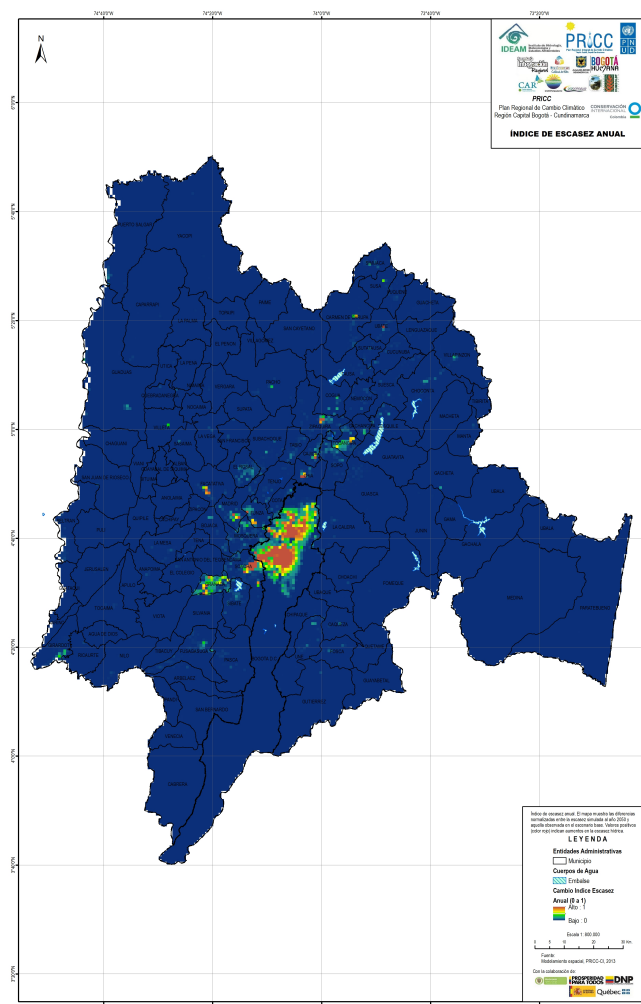


Figura 4. Mapa de índice de escasez anual afectado por cambios en la calidad del agua

Ahora hay que tener en cuenta que, a excepción de Bogotá y las cabeceras de centros poblados, la escasez hídrica actual es baja pues la oferta supera la demanda. Así que las opciones AbE de protección de ecosistemas buscando adaptar a condiciones de escasez derivadas del cambio climático se deben enfocar en

las cuencas de los sistemas de abastecimiento que es donde se traslada la mayor demanda del recurso desde los acueductos. Futuros análisis deben implementar métodos como los desarrollados en este estudio para el sistema de abastecimiento de Bogotá, acueductos de otros núcleos urbanos, buscando identificar claramente las áreas bajo mayor presión y de mayor necesidad de implementar opciones de adaptación basada en ecosistemas (Figura 5).

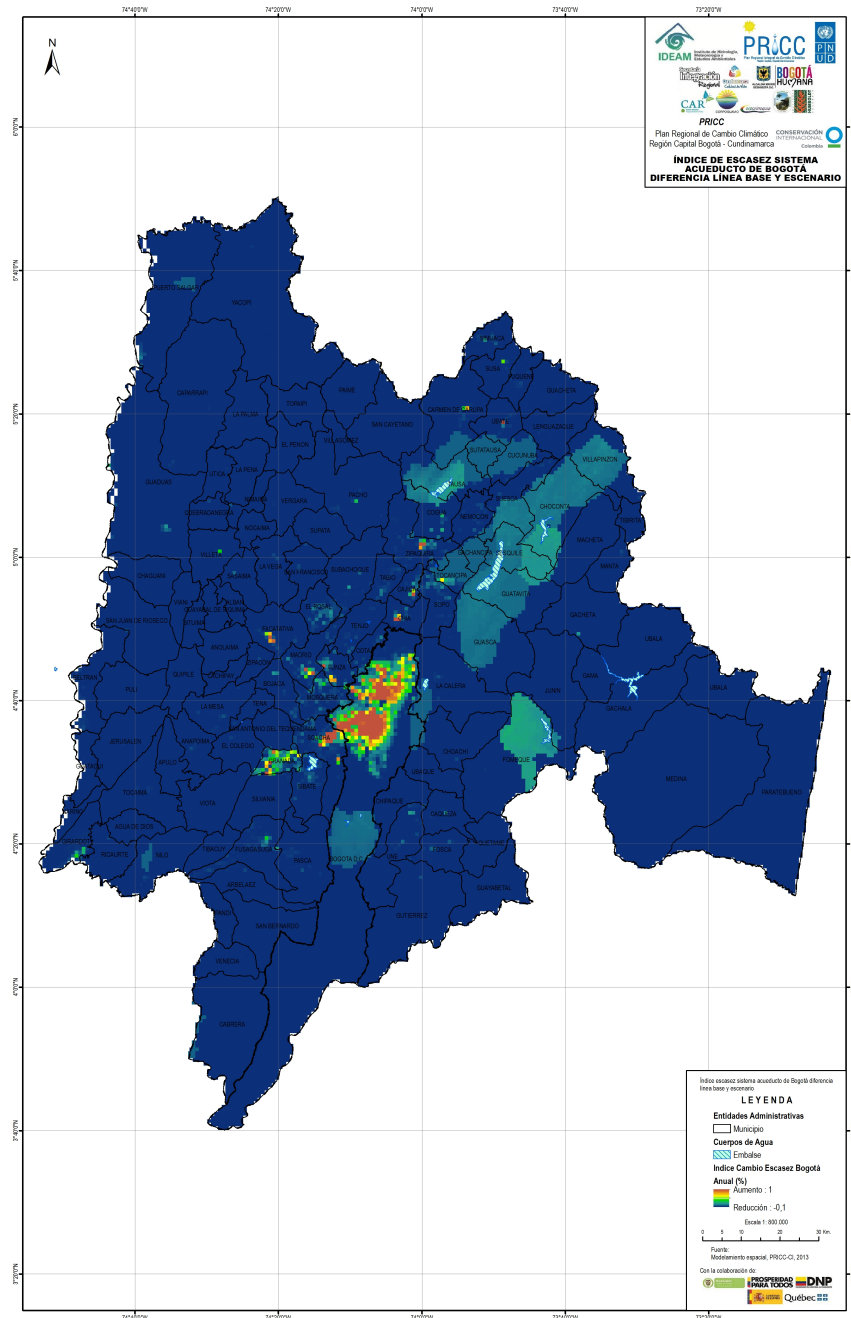


Figura 5. Índice escasez sistema acueducto de Bogotá diferencia línea base y escenario

Opciones similares se deben aplicar en las cuencas que abastecen los sistemas de agua potable de lugares como Guaduas, La Esperanza o Chaguaní en la vertiente del Magdalena que podrían también ver reducciones

importantes en la disponibilidad hídrica (Figura 3). Resalta también la disminución en disponibilidad hídrica en las zonas de media montaña de las vertientes que alimentan los embalses de Guavio y Chivor así como a lo largo de la cuenca del Rio Negro (Figura 3). Allí la protección del Parque Nacional Natural Chingaza y de los páramos circundantes se hace fundamental.

En contraste, los grandes aumentos en disponibilidad hídrica que ocurren en la margen oriental del Parque Nacional Natural Chingaza y la parte oriental de Cundinamarca en proximidad a núcleos urbanos como Medina y Paratebuena suponen una mayor vulnerabilidad a inundaciones de núcleos urbanos en áreas ya susceptibles (Figuras 6 y 7).

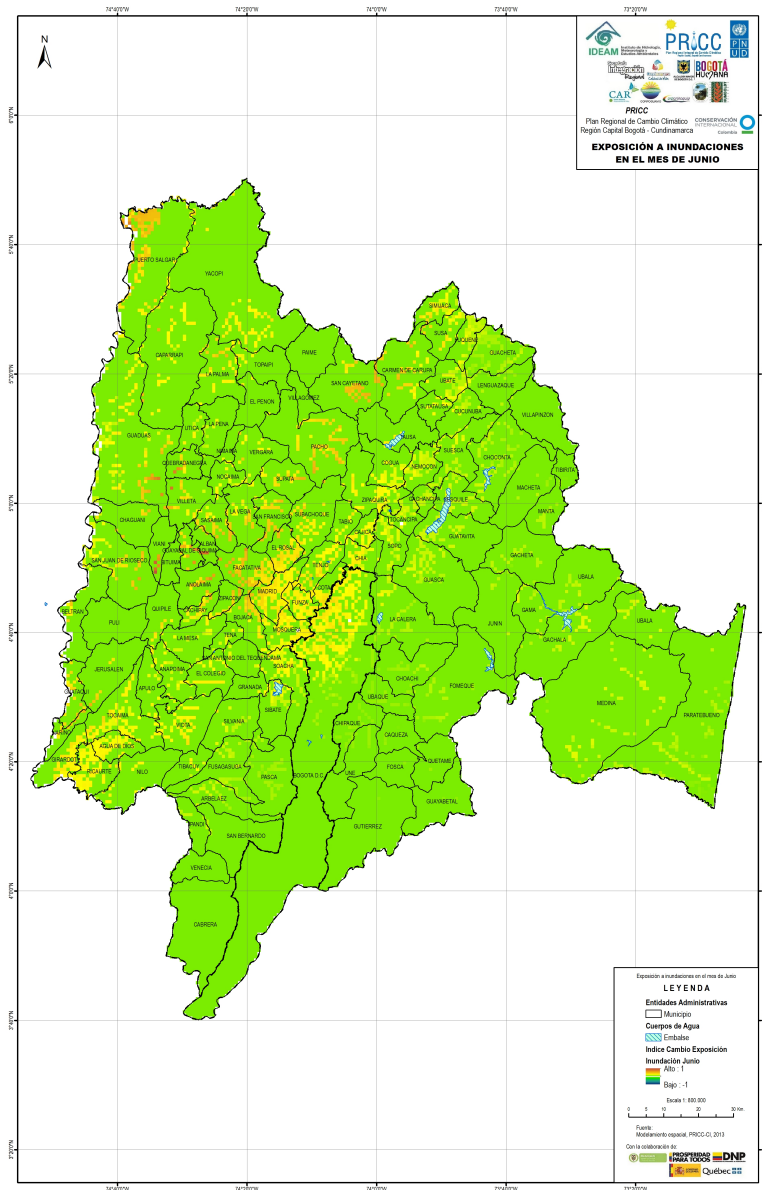


Figura 6. Mapa de exposición a inundaciones en el mes de junio

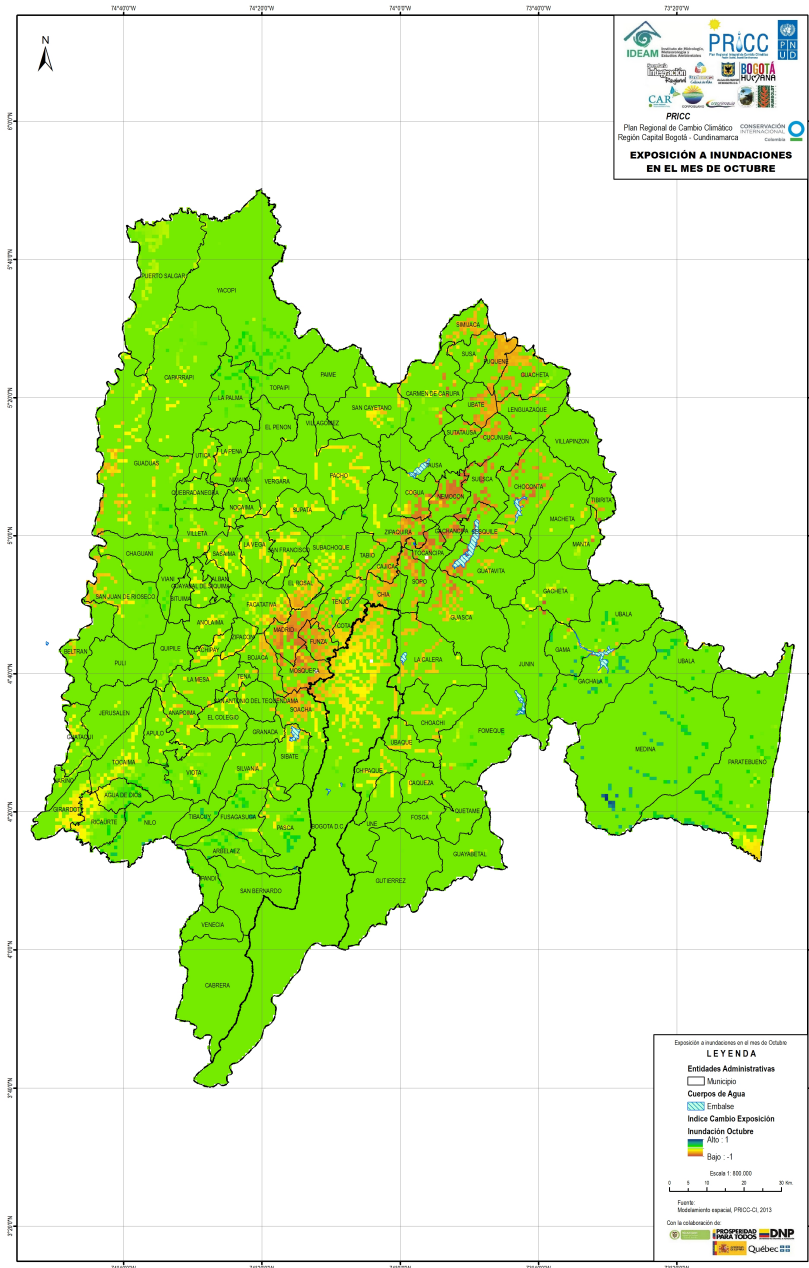


Figura 7. Mapa de exposición a inundaciones en el mes de Octubre

Es importante destacar que un incremento de la disponibilidad hídrica en áreas de pendiente con alto grado de deforestación o pérdida de ecosistemas naturales puede incrementar la vulnerabilidad a los deslizamientos de tierra de las comunidades, a menudo pobre y rural, que habitan estas zonas de alta pendiente así como sus actividades económicas. Ejemplo de estas zonas son Silvania, Facatativá (en las áreas de pendiente), Subachoque, Quipile, Vianí, Villeta, Zipaquirá entre otros. Aquí la protección de los bosques de alta montaña y de niebla se vuelve fundamental para generar opciones de adaptación.

Por otro lado, la exposición a incrementos en la frecuencia de incendios, o aumento de la susceptibilidad a procesos de sequías podría suponer también aumentos en la vulnerabilidad en zonas rurales agrícolas o

núcleos urbanos con poca capacidad financiera y /o ecosistémica para enfrentar dichos impactos. Lo mismo ocurre en aspectos como la adaptabilidad de cultivos y la necesidad de implementar estrategias de irrigación en áreas que suponen reducciones en disponibilidad hídrica. Zonas en la Sabana de Bogotá, como Zipaquirá, Madrid, Ubaté, Guachetá, verán reducciones en disponibilidad hídrica y en algunos casos mayor vulnerabilidad por fenómenos de sequías. Aquí el uso más eficiente del agua tanto en actividades domésticas como agrícolas se vuelve fundamental para poder adaptarse a estos cambios.

3. 3 Biodiversidad:

El esclarecimiento de los patrones de distribución geográfica de las especies que por su nivel de amenaza o estatus de residencia se constituyen en los objetos de conservación de áreas de alta singularidad biológica, es una herramienta de gran utilidad para el conocimiento y planificación de las acciones de conservación que sobre las mismas se diseñen a mediano y largo plazo. Estas herramientas cobran una importancia mayor, si como parte de los análisis desarrollados se proyectan escenarios de estas distribuciones en el futuro, bajo diferentes presiones o procesos que como el cambio climático pueden afectarlas.

Por esta razón y como parte de la construcción de indicadores de vulnerabilidad a cambio climático para Cundinamarca, fueron desarrollados modelos de distribución de especies sensibles (MDE) bajo diferentes escenarios de tiempo, con el propósito de evaluar el impacto de este fenómeno sobre la biodiversidad del departamento. El objetivo de utilizar MDE es el de generar los rangos que permitan entender sus patrones de distribución geográfica, especialmente en aquellas áreas donde las condiciones ambientales son propicias para su subsistencia pero donde no existen registros de las mismas. Para ello fue necesaria la recopilación, depuración y análisis espacial de registros biológicos y el desarrollo de modelos y geo-procesos para su interpretación. Una vez identificada la vulnerabilidad potencial de la biodiversidad, se relacionó la información espacial con los ecosistemas y áreas protegidas de orden nacional del departamento para reconocer los más expuestos a experimentar cambios por este proceso.

Los análisis desarrollados sugieren que la vulnerabilidad de la biodiversidad sensible ante el cambio climático, surge como consecuencia de las variaciones en sus patrones de distribución, los cuales se han expresado en el presente ejercicio como ganancia o pérdida potencial de riqueza. Dichas variaciones son interpretadas como una amenaza, porque suponen alteraciones importantes en las comunidades biológicas que se traducen en pérdida de biodiversidad mediada por la superposición de nichos entre especies, la proliferación potencial de especies invasoras y la alteración de las dinámicas energéticas de los ecosistemas (Figuras 8 y 9).

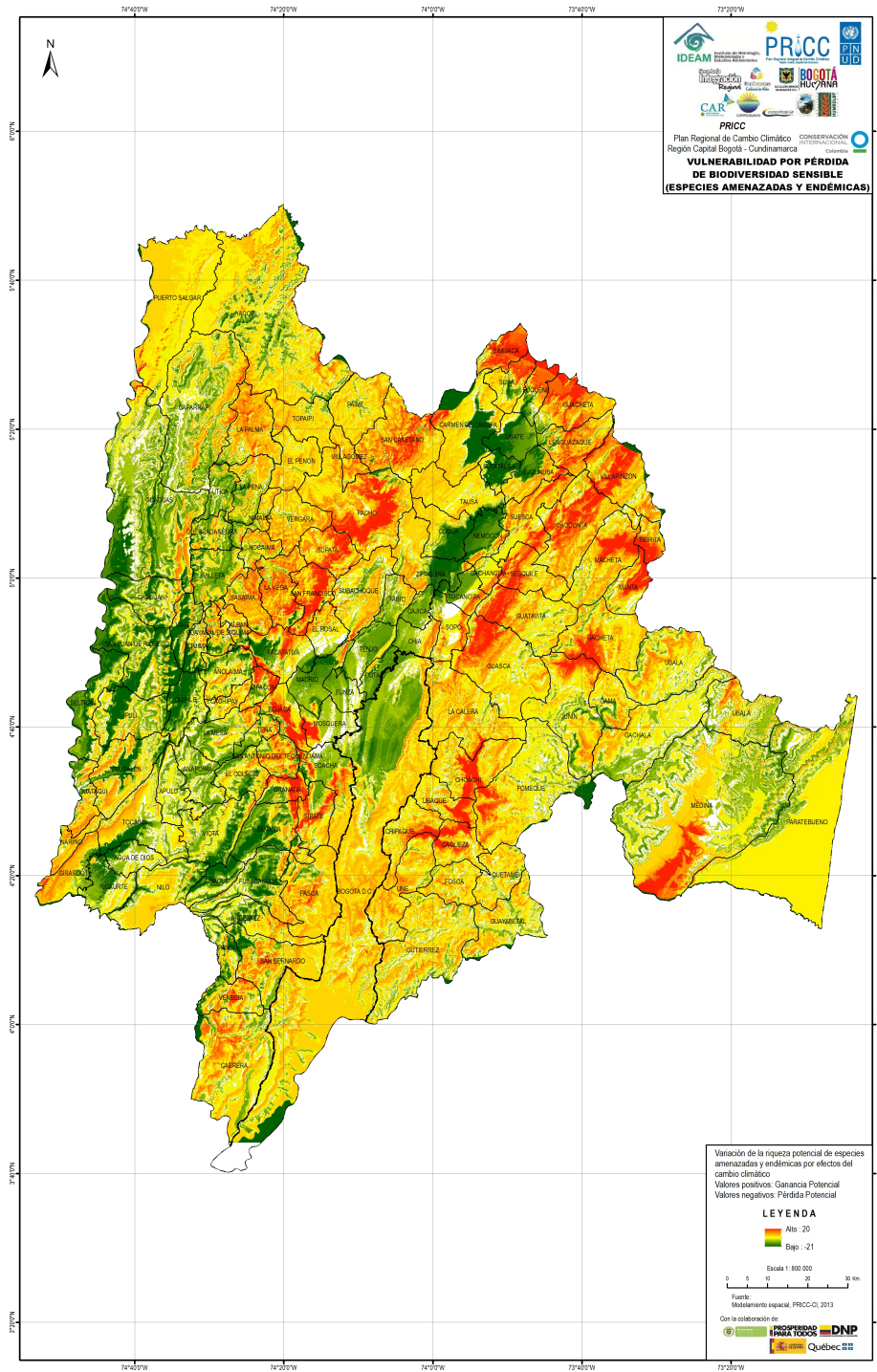


Figura 8. Vulnerabilidad por pérdida de biodiversidad sensible (especies amenazadas y endémicas) por efectos de cambio climático en la extensión del departamento de Cundinamarca.

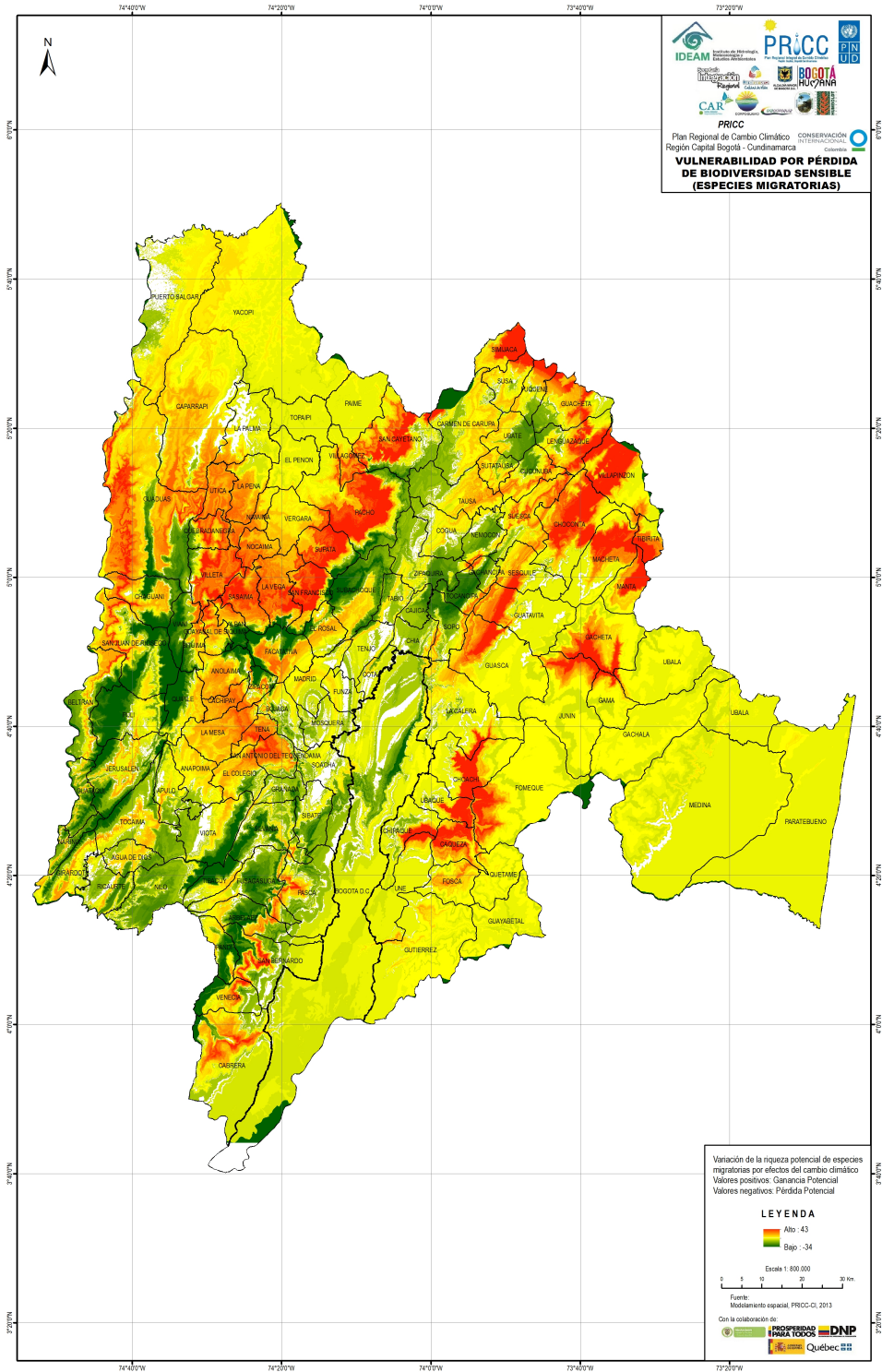


Figura 9. Vulnerabilidad por pérdida de biodiversidad sensible (especies migratorias) por efectos de cambio climático en la extensión del departamento de Cundinamarca.

Los valores de ganancia y pérdida de distribución potencial de las categorías de riqueza de las especies sensibles, dan una idea de los límites superior e inferior de una situación potencial que se puede presentar a futuro. Sin embargo su interpretación debe ser asumida con prudencia ya que por una parte debe entenderse que las áreas que satisfacen las condiciones del nicho climático fundamental de una especie tal y como han sido presentadas aquí, representan su distribución en términos potenciales, asumiendo que el modelo capture todos los requerimientos del nicho, sin embargo el área que realmente habita una especie en la naturaleza se denomina la distribución efectiva y es generalmente menor que la potencial, ya que se ve afectada por factores como barreras geográficas de dispersión, interacciones bióticas y sobre todo a las modificaciones humanas del ambiente. Dada esta situación debe asumirse que la distribución efectiva de estas especies en la extensión del estudio, puede ser mucho menor que la estimada a través de los modelos, haciendo su situación más crítica para esta región a mediano plazo y largo plazo.

Los resultados a nivel de ecosistemas sugieren una pérdida generalizada de biodiversidad sensible, mostrando de manera sobresaliente una alta vulnerabilidad para los bosques andinos y altoandinos, los humedales y pantanos de altiplano y los bosques húmedos subandinos y andinos. Dichas áreas resultan de gran importancia por su alta singularidad biológica y la prestación de servicios ecosistémicos de vital importancia para el departamento. A su vez la variación significativa de la riqueza de especies sensibles al interior de las áreas protegidas por efectos del cambio climático, sugiere la importancia de incluir análisis multi-temporales y evaluaciones detalladas sobre las proyecciones de manejo. Este tipo de diagnósticos no solo incrementa el conocimiento en torno a los objetos de conservación que dan sentido a dichas áreas, sino que además permiten proyectar planes y estrategias de manejo enfocados a aumentar la resiliencia y capacidad adaptativa de las mismas, de tal forma que su efectividad no se vea reducida a mediano plazo.

El análisis del impacto potencial del cambio climático sobre la biodiversidad sensible para el departamento de Cundinamarca, ha sido desarrollado teniendo como base información altamente depurada y confiable sobre las especies presentes en esta región y la variabilidad climática que en los diferentes escenarios proyectados se pueden presentar. En esta medida constituye un buen indicador que describe las tendencias generales en la variación espacial y por ende en la vulnerabilidad que se espera para dichos organismos a escala regional. Sin embargo es importante señalar que proyecciones más detalladas a nivel de localidades o áreas más específicas, requerirán a su vez análisis más detallados que incluyan la evaluación de aspectos eco-fisiológicos de las especies objeto de conservación y la variabilidad climática local, de manera que se identifiquen los umbrales de tolerancia y resiliencia que ante el cambio climático pueden poseer dichos taxones y como insumo fundamental para el diseño de acciones y estrategias locales.

3. 4. Aspectos Socio-económicos:

El cambio climático afectará a toda la población, dependiendo del nivel de exposición en que se encuentre. Las condiciones socio-económicas determinarán que unas poblaciones sean más vulnerables frente a las otras y sin duda determinarán las medidas de mitigación y adaptación que se deban implementar en el territorio. En este orden de ideas, este análisis lo que muestra en términos generales son lugares y poblaciones prioritarias de intervención de conformidad para cada vulnerabilidad analizada, según criterios sociales y económicos.

De acuerdo con lo anterior, la vulnerabilidad de la región Bogotá – Cundinamarca desde el componente social y económico se desarrolló al analizar los siguientes indicadores: condiciones demográficas (actual y proyectada al año 2050) y condiciones socio-económicas (lo cual incluye las estructura productiva principal, los índices de pobreza, los PIB municipales, la calidad de los materiales de construcción de las viviendas, el acceso a servicios públicos, y en general la infraestructura departamental). De igual manera, se decidió complementar este análisis comprendiendo la posible capacidad de respuesta y el manejo adaptativo, desde los instrumentos de planificación territorial. Para tal efecto, se utilizó la información del DANE, proveniente del Censo poblacional del 2005, con sus proyecciones al 2020, las cuales fueron proyectadas al 2050 utilizando las mismas tendencias asumidas para el 2020. Hay que tener en cuenta, que la información del DANE (2005), la cual fue utilizada tanto para los análisis demográficos, como para otros aspectos socio-económicos, tiene niveles de incertidumbre del

7% (Sardi, 2008), lo cual le da un margen de confianza a la información utilizada. De igual manera también se tuvo en cuenta la información relacionada con los PIB y la estructura productiva reportada en el documento de Estadísticas de Cundinamarca (2010) producido por la Secretaría de Planeación de la Gobernación de Cundinamarca; el índice de pobreza multidimensional reportada en la encuesta multipropósito para Bogotá, por el DANE – SDP (2011) y para Cundinamarca DANE et al (2007).

3.4.1 Condiciones demográficas:

El análisis demográfico consideró de manera fundamental el tema de composición de la población por grupos de edad, densidad y cambios poblacionales para el Departamento, teniendo en cuenta las cabeceras y el resto, y el Distrito Capital. En este sentido es relevante mencionar que se priorizó el análisis demográfico teniendo en cuenta tipos de población socialmente más sensibles como madres cabeza de familia, menores de 15 años y mayores de 65 años.

Actualmente el Departamento de Cundinamarca no se encuentra altamente poblado con excepción de los municipios de Sylvania, El Colegio, San Antonio del Tequendama, Tena, La Mesa, Cachipay, Anolaima, Albán y Sasaima. Para el caso del Distrito Capital Bogotá las localidades de Engativá; Barrios Unidos; Bosa; Kennedy; Antonio Nariño; Tunjuelito y Rafael Uribe Uribe son las que presentan densidad poblacional alta, y por consiguiente serían los municipios y localidades de mayor atención en este sentido.

De igual manera, se resalta el tema de cambio poblacional proyectado al año 2050, ya que este factor es clave para proyectar los impactos del cambio climático sobre la Región Bogotá- Cundinamarca. El análisis efectuado establece que para el 2050 se espera que el Distrito Capital tenga una población de 11.483.790 habitantes, mientras que para Cundinamarca se espera un aumento del 260% de la población actual, pasando de 2.598.245 habitantes en 2013 a 9.356.635 habitantes en 2050. Lo anterior representa un incremento muy alto, que al tener en cuenta las tendencias en cambios sobre disponibilidad hídrica, regulación hídrica y calidad del agua podrían aumentar la vulnerabilidad actual (además de la mayor presión que ejerza este crecimiento poblacional sobre los recursos naturales y los ecosistemas). Esta situación es especialmente notoria para los municipios de Chía, Mosquera y Soacha en donde se concentrará cerca del 51% de la población total esperada para Cundinamarca, es decir, de los 9.356.635 de personas que tendrá el departamento para el 2050, 4.719.688 se concentrarán en solo estos 3 municipios. Esto significa que la aparente tendencia esperada propia de las ciudades grandes que se registra en Bogotá, con un incremento poblacional del 50%, pasando de 7.674.366 a 11.483.790 habitantes, es solo una respuesta a la limitación que tendrá el Distrito Capital para continuar expandiéndose, y que se refleja en los incrementos exagerados de la población en los municipios arriba mencionados. Lo anterior genera una conurbación que aumentará la vulnerabilidad de la región al cambio climático. En la Figura 10 se presentan las tendencias en crecimiento poblacional para los municipios de Cundinamarca que concentrarán el 80% del total de la población de la región para el año 2050.

Por otro lado, en el caso del Distrito Capital, para el año 2050, se tiene un incremento con respecto a la población del año 2013, de 3.809.424 personas, para un total de 11.483.790 habitantes en el año 2050. Un gran número de éstos habitantes se concentrarán en la localidad de Suba. Actualmente, las localidades Suba (1.120.342hab.), Kennedy (1.042.080 hab.) y Engativá (858.935 hab.) tienen el mayor número de habitantes. Las siguientes localidades con mayor número de habitantes son Ciudad Bolívar con 663.397 personas, 195.538 menos que la Engativá y Bosa con una cifra cercana de 612.754. En el año 2050 la localidad de Suba tendrá un sustancial aumento en sus habitantes con respecto al presente año, equivalente a 969.504 (86%) personas y el total de su población será de 2.089.846, cifra que la posiciona como la localidad con mayor número poblacional, seguida de la localidad de Kennedy, con un total de habitantes igual a 1.489.063 y un aumento poblacional con respecto al presente año igual a 446.983 (42%).

De conformidad con lo anterior, es notoria la diferencia poblacional entre las dos localidades más habitadas en el año 2050, con respecto al año 2013, equivalente a 78.262 personas, en contraste con una diferencia proyectada de 600.783 personas. Este contraste evidencia un importante aumento en la población concentrada

en la localidad de Suba. Con respecto a la localidad de Engativá, que se encuentra en el presente año como una de las tres localidades con mayor número poblacional, para el año 2050 se ubicará en el rango intermedio de número de habitantes, con un aumento de 286.273 habitantes (33%). En términos relativos el aumento poblacional entre el año 2013 y el año 2050 en Suba es del 86%, para Kennedy se calcula un aumento del 42% y Engativá aumentará su población en un 33%. En la Figura 11 se presentan las tendencias en crecimiento poblacional para las localidades de Bogotá con relación al año 2050.

Para efectos del cambio climático los anteriores datos son relevantes con el fin de poder establecer medidas de adaptación que tengan en cuenta criterios de población y sobre todo la demanda y oferta de recursos naturales y de servicios ecosistémicos (como el servicio hidrológico) que estas personas, la industria, las empresas, instituciones y demás organizaciones necesitarán para garantizar su sostenibilidad.

Contraste entre la población actual y la estimada para el año 2050

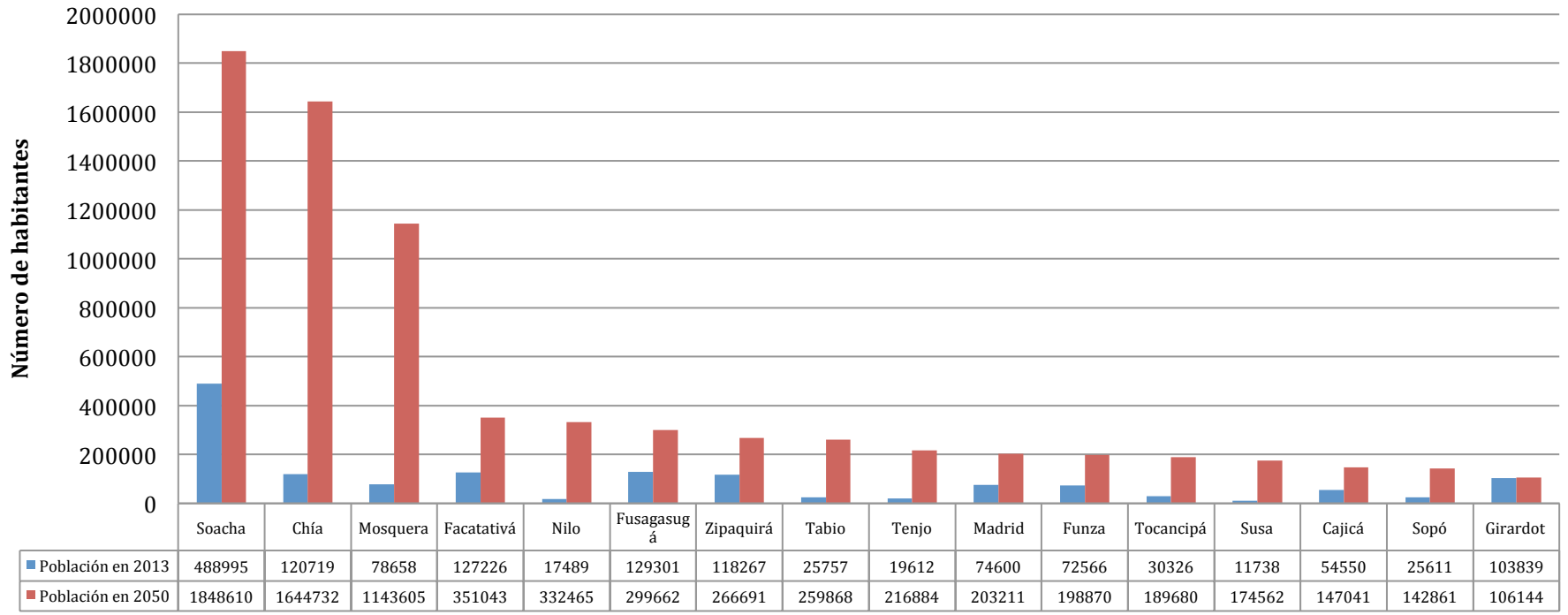


Figura 10. Población Actual (2013) y Población Estimada (2050) para los municipios de Cundinamarca que acogerán el 80% de la población estimada en el año 2050.

Contraste entre la población actual y la estimada para el año 2050

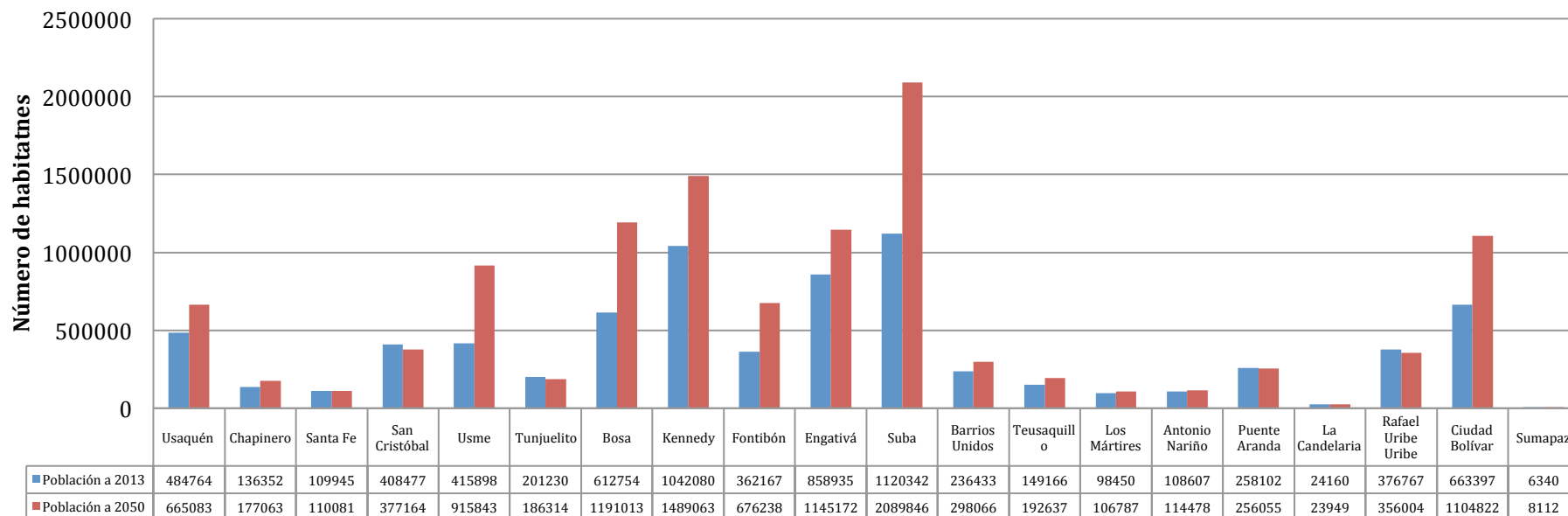


Figura 11. Población Actual (2013) y Población estimada para 2050 en las Localidades del Distrito Capital.

A manera de conclusión se resalta que la región Bogotá – Cundinamarca presenta una alta vulnerabilidad desde el punto de vista de la densidad poblacional puesto que está creciendo de una manera significativa y exponencial para el año 2050. Lo anterior implica una mayor dependencia y presión de los recursos naturales, de alimento, de servicios ecosistémicos y lo cual obliga a identificar, planificar e implementar desde ya medidas de adaptación.

3.4.2 Condiciones Socio-económicas:

El PIB de los municipios que rodean el Distrito Capital, presenta valores significativamente mayores, que los del resto del Departamento. La estructura productiva muestra que la mayoría del territorio departamental se sustenta en una economía de comercio y de servicios, seguida por el sector agropecuario y el industrial. Desde el punto de vista de pobreza, se tuvo en cuenta el índice de pobreza multidimensional, que es un indicador que no sólo mide los parámetros de ingresos de una población determinada, sino que mide otros factores que afectan la vida de las personas: servicios públicos y calidad de las viviendas, la calidad y acceso a los servicios de salud y de educación. Desde este punto de vista se observa en Cundinamarca que la mayoría del territorio presenta un alto índice de pobreza y por supuesto tan sólo son los municipios que presentan mayor PIB los menos pobres. Esto hace que la región en términos generales tenga una baja capacidad de respuesta frente a eventos relacionados con el cambio climático.

Para el caso de Bogotá, el 85% de la economía esta soportada en servicios, comercio e industria (altos demandantes de recursos naturales y servicios hidrológicos). Las localidades que más le aportan al PIB de la ciudad, teniendo en cuenta la actividad económica de cada localidad y el número de empresas son: Puente Aranda, Fontibón, Kennedy, Los Mártires, Engativá y Barrios Unidos. Por otro lado las que más productividad laboral tuvieron en el año 2012 fueron Tunjuelito, seguida de Chapinero y Teusaquillo. Esta información implicaría para los escenarios de adaptación, formular medidas y generar una mayor capacidad de respuesta con el fin de proteger los sistemas económicos de la región y de la ciudad de Bogotá.

Por otro lado y realizando un mayor detalle frente a los municipios más sensibles desde el punto de vista de la calidad de los materiales de construcción de las viviendas y por acceso a servicios públicos se encuentran: Yacopi, Paime, Topaipí, Chaguani, Puli, Jerusalén, Venecia y Cabrera. Así mismo se resalta que la mayoría del Departamento presenta una sensibilidad alta y media en este sentido. Es relevante señalar que este indicador presentó una coincidencia entre los municipios con mayor PIB y los niveles de pobreza que muestra el IPM. Desde otra perspectiva se observa que los municipios que tienen menor sensibilidad (frente a la calidad de las viviendas y servicios públicos) son los que rodean a la Ciudad - Capital.

3.5 Infraestructura física, social y proyectos de explotación del suelo y subsuelo

El análisis de vulnerabilidad incluyó la identificación de la infraestructura de vías, centros de salud e instituciones educativas, y la exposición de esta infraestructura frente a inundaciones y remoción en

masa. Los resultados muestran que las mayores vulnerabilidades se concentran en los municipios y localidades asociados a las áreas inundables de los ríos Bogotá y Magdalena.

La localización de los actuales títulos mineros y solicitudes existentes, así como las áreas donde se tienen previstas actividades de exploración y posibles futuras explotaciones de hidrocarburos ponen de manifiesto la urgente necesidad de evaluar la pertinencia de estas actividades en el Departamento dado que tal como se ha observado en los anteriores indicadores, se prevé una disminución en la disponibilidad hídrica para la actividad agrícola la cual podría incrementarse aún más por las pérdidas en la capacidad de almacenamiento y regulación por parte de los suelos al ser estos altamente afectados por la minería y la explotación de hidrocarburos.

Si las tendencias en la actividad minera continúan en la intensidad actual o se incrementa al otorgar títulos en las solicitudes existentes, el déficit hídrico podría poner en alta vulnerabilidad a todo el departamento y particularmente a la actividad agropecuaria predominante en la región.

3.6. Instrumentos de Gestión:

Con el fin de conocer la capacidad de respuesta actual desde los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial, se revisaron los POMCA que existen en la Región, así como los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial de los 116 municipios como los POT, EOT o PBOT según cada caso. Se analizó dentro de los diferentes instrumentos cuáles de ellos incluyen temas relacionados con cambio climático, riesgo y estructura ecológica principal. De esta manera se puede observar la capacidad de respuesta de cada municipio desde el enfoque de la planificación y el ordenamiento territorial.

Como resultado se observa que los únicos municipios que incluyen elementos de cambio climático son Bogotá, Girardot y de manera parcial el municipio de Chía. Así mismo los que presentan elementos relacionados con riesgo son Bogotá, La Calera, Fusagasuga; de manera parcial Soacha, Chía y Nemocón; y de manera conceptual el municipio de Tenjo. Por último aquellos municipios que hablan de su estructura ecológica principal son Bogotá, Zipaquirá y de manera parcial Girardot, Fusagasuga, La Calera y Nemocón.

Por consiguiente desde el punto de vista de los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial, se llega a la conclusión de que existe una muy baja capacidad de respuesta política, capacidad adaptativa y de gobernanza, desde el eje de la planificación y el ordenamiento territorial. Este sería uno de los ejes principales de política desde dónde se puede iniciar el trabajo de medidas de adaptación y de aumento de la capacidad de respuesta desde el enfoque de una política pública que incluya elementos relacionados con la adaptación basada en ecosistemas.

Por otro lado desde el punto de vista económico el territorio también se encuentra altamente vulnerable puesto que la mayoría de la región, casi el 70% de territorio, presenta PIB bajos e índices de pobreza altos. Esto implica que económicamente no se cuenta con los suficientes recursos económicos para proyectar e implementar diferentes medidas de adaptación, lo cual hace que la capacidad adaptativa sea baja. Por último se resalta que la capacidad de respuesta y de adaptación actual desde los instrumentos de planificación territorial es realmente mínima y es uno de los ejes principales desde dónde se pueden iniciar medidas de adaptación socio-ecológica local y territorial.

3.8 Vulnerabilidad Integral Total

Para estimar la vulnerabilidad total a nivel municipal para el Departamento de Cundinamarca, se realizaron mapas síntesis de vulnerabilidad por servicios ecosistémicos hidrológicos; por la población estimada para el año 2050 y por el impacto de las exposiciones a inundaciones, remoción en masa y degradación de suelos en el territorio. Para el caso del mapa síntesis de vulnerabilidad por servicios hidrológicos es importante aclarar que los datos municipales se estimaron a partir de estadísticas zonales utilizando los valores medios de cada variable utilizada y por lo tanto, las particularidades del comportamiento ecohidrológico quedan enmascaradas por la generalización estadística. Es por esta razón que se recomienda combinar la información municipal aquí presentada con los resultados específicos descritos en los productos 5 y 6 A, el subindicador 7 del producto 5 y 6 B y el producto 7.

En la figura 12, se presenta el resultado final de la vulnerabilidad integral total donde se puede apreciar, que los municipios altamente vulnerables son Girardot, Soacha, Mosquera, Chía, Cajicá, Subachoque y Nimaíma. Respecto al Distrito Capital, si bien en términos generales presenta vulnerabilidad media, las particularidades por localidad permiten establecer que Suba, Usaquén, Barrios Unidos y Kennedy son las de mayor vulnerabilidad (figura 13).

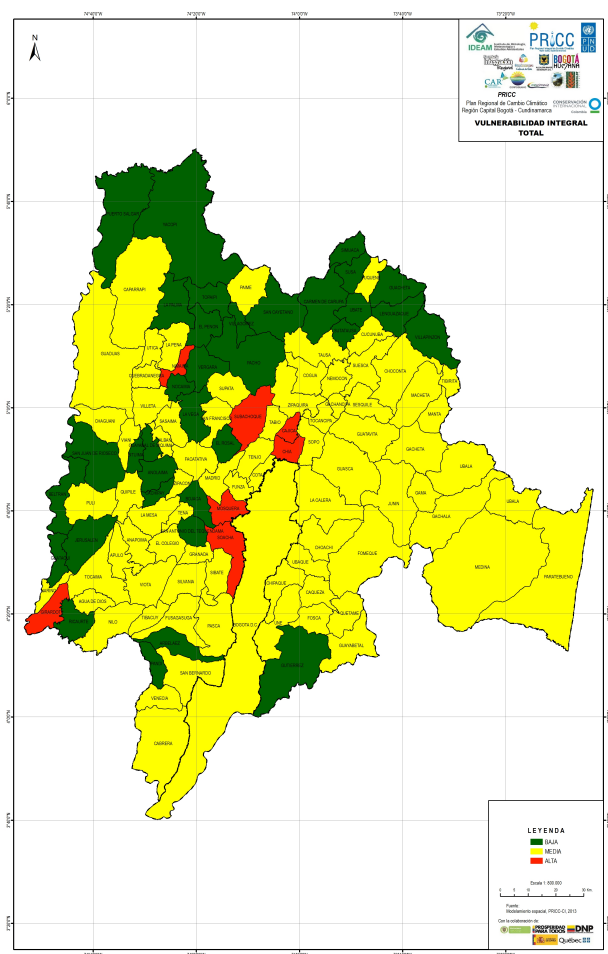


Figura 12. Vulnerabilidad integral total para los municipios del Departamento de Cundinamarca. .
Fuente: elaborado en el presente estudio

- a. **Disponibilidad de recursos financieros:** Estimada mediante la capacidad económica productiva del municipio utilizando PIB.
- b. **Índice de desempeño fiscal (CIDER, 2013).** Este índice es tomado del estudio del CIDER (2013) “análisis de la vulnerabilidad institucional para afrontar retos de la región capital en cambio climático y análisis de los efectos de la implementación de los instrumentos de política sobre la vulnerabilidad de la región”
- c. **Nivel de educación.** Determinada a través de los datos porcentuales de analfabetismo por municipio.
- d. **IPM.** Índice de Pobreza Multidimensional, categorizado en el presente estudio (producto 5 y 6B).
- e. **Inclusión en los instrumentos de planificación de los temas de CC, EEP y riesgos**
- f. Presencia de áreas protegidas en las zonas vulnerables que pudieran contribuir a aumentar resiliencia.

En la figura 14 se presenta el resultado de la capacidad adaptativa estimada a nivel municipal para el Departamento de Cundinamarca. Como se puede apreciar, los municipios de Chía, Mosquera y Soacha, que presentan una alta vulnerabilidad integral al cambio climático (figura 12) presentan una alta capacidad de adaptación que permite suponer que una buena gestión en estos municipios podría reducir los riesgos que sobre ellos se vislumbran en escenarios futuros de cambio climático. Otro factor adicional que cobra gran relevancia es la presencia de áreas protegidas que al tener una eficiente gestión, permitirán aumentar la resiliencia de la región Bogotá – Cundinamarca.

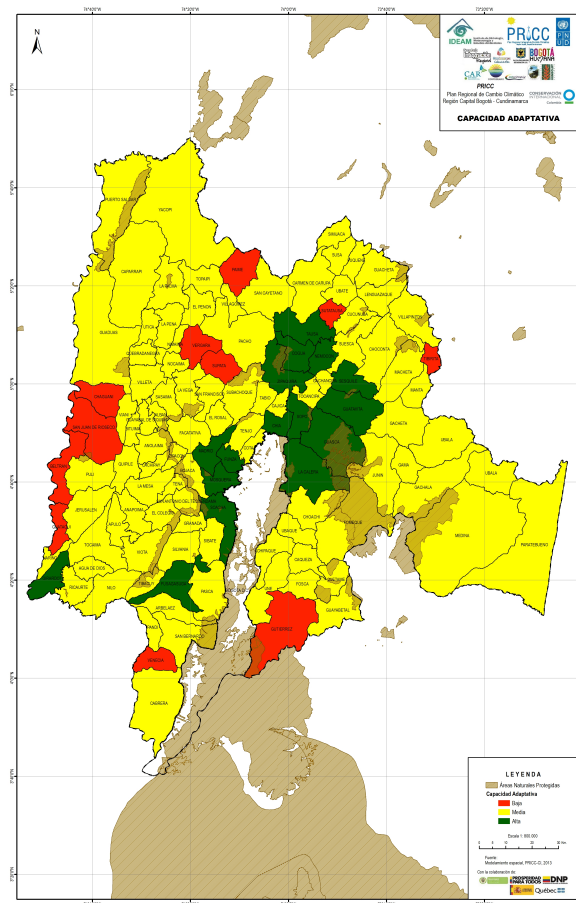


Figura 14. Capacidad de adaptación. Fuente: Elaborado en el presente estudio.

En el caso del Distrito Capital, con el fin de lograr estimar la capacidad de adaptación por localidad, las variables más relevantes a partir de las cuales se pudo estimar dicha capacidad son densidad de infraestructura hospitalaria y educativa por localidad e Índice de Pobreza Multidimensional. El resultado del análisis se presenta en la figura 15.

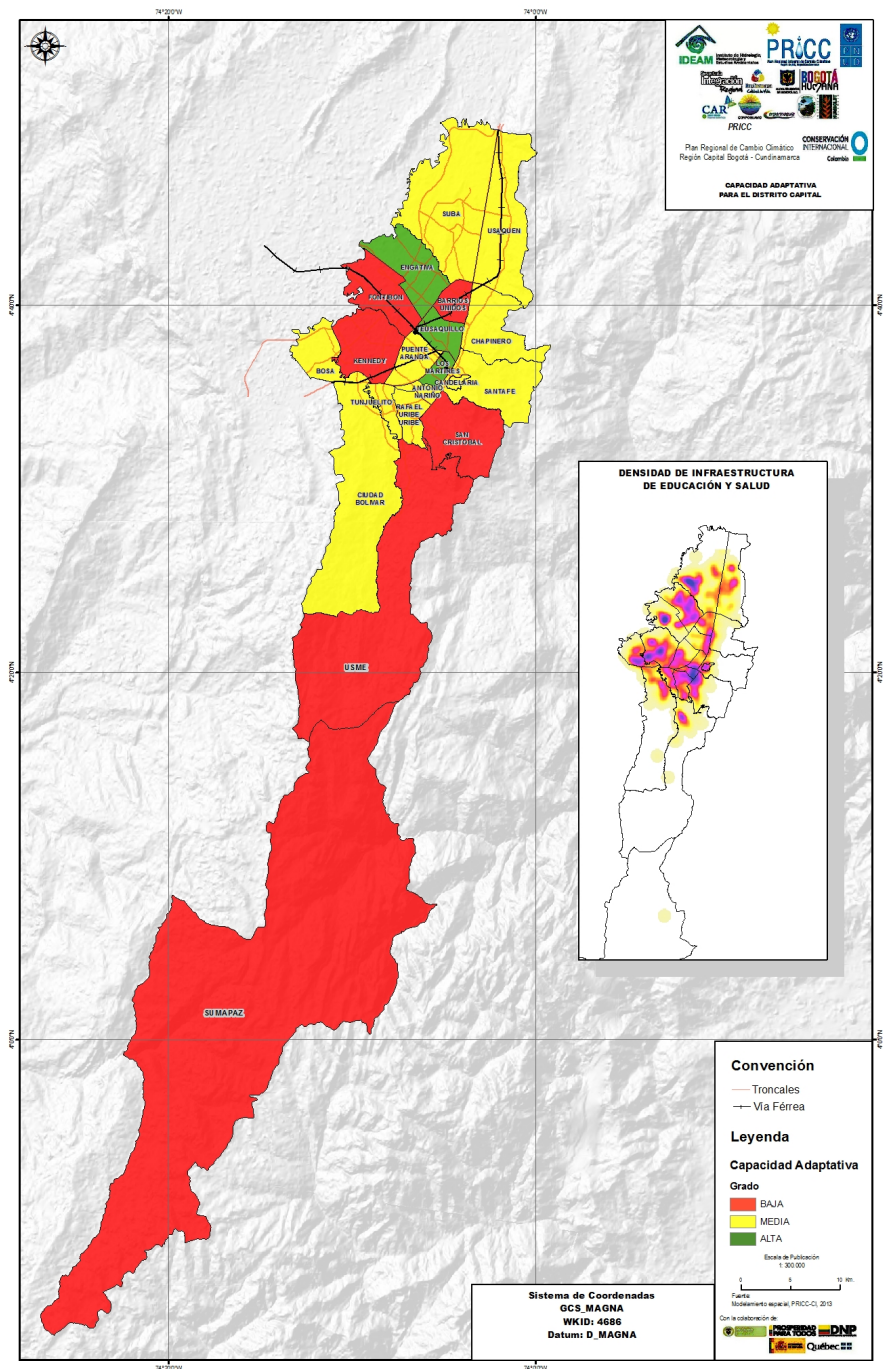


Figura 15. Vulnerabilidad integral total para las localidades del Distrito Capital. Fuente: Elaborado en el presente estudio.

De acuerdo con los análisis efectuados, las principales exposiciones a los impactos del cambio climático, la vulnerabilidad resultante en lo biofísico y socio-económico, y las posibles acciones de respuesta, desde la adaptación basada en ecosistemas, así como otras acciones son:

- a. Áreas con mayor exposición por reducción en la disponibilidad hídrica, incluyendo las zonas que alimentan los embalses de Chivor y el Guavio: En estas áreas se presume una vulnerabilidad importante ya que los impactos se correlacionan con aumentos en la población y posiblemente en la demanda hídrica. Puede darse así mismo una reducción en la disponibilidad de despacho de energía provenientes de las represas de Chivor y Guavio.

Se sugiere como posibles acciones de adaptación, la promoción del uso eficiente del agua, protección y restauración de ecosistemas de montaña, promoción de fuentes alternas de agua, incluyendo la lluvia y freática, exploración de opciones de riego, desarrollo de infraestructura de suministro de agua para períodos secos e inundaciones, y el establecimiento de sistemas de monitoreo. Adicionalmente, el uso de herramientas como ajuste a los precios del agua, establecimiento de mercados de agua, esquemas de pago por servicios ambientales, esquemas de permiso transables, sistemas de multas, seguros agropecuarios y sistemas de microfinanzas, revisión y ajuste de POT y POMCAS, fortalecimiento de esquemas de gobernanza de los servicios ecosistémicos.

- b. Áreas con exposición por reducción en la disponibilidad hídrica por disminución en la calidad del agua: la vulnerabilidad es mayor debido a que la reducción en cantidad se combina con la reducción en calidad, ante todo por degradación. Como acciones de adaptación se contempla la protección de ecosistemas por su papel de filtración y purificación; la restauración de ecosistemas degradados y estabilización de pendientes críticas, la prevención de deforestación. Adicionalmente, es relevante el uso de PSA, y revisión y actualización de POT y POMCAS.
- c. Áreas con incremento en disponibilidad hídrica y mayor exposición a inundaciones: La vulnerabilidad a las inundaciones aumenta, debido al incremento en los caudales superficiales, el cual combinado con el transporte de sedimentos y materia orgánica, puede promover la eutrofización y degradación de la calidad del agua, así como reducir la capacidad de amortiguación a inundaciones. Para estas zonas es fundamental la restauración de humedales que generen amortiguación de las inundaciones, protección de bosques y páramos para garantizar la reducción de picos de escurrimiento e inundaciones repentinas; la exploración de medidas “low regret” en el contexto de medidas de ingeniería convencional, como dragado y mantenimiento de canales y cursos de ríos, que garanticen la función reguladora de los ecosistemas, así como la construcción de represas para amortiguación. Adicionalmente, importante el control a la expansión urbana y cambios de uso en zonas de humedales, POT y POMCAS ajustados, e incentivos para la restauración ecológica.
- d. Aumento en la disponibilidad hídrica, en áreas de pendiente con alto grado de deforestación y alta exposición a deslizamientos: los incrementos en la vulnerabilidad se combinan con expansión de la frontera agrícola y urbana, así mismo, degradación del curso de los ríos y riesgos de inundaciones y deslizamientos por represamiento de agua, así como aumento del riesgo de eutrofización cuando los represamientos terminan en cuerpos de agua con poco intercambio como humedales. Todo el departamento es altamente susceptible a fenómenos de remoción, debido a los procesos de

degradación de tierras existente y en la ciudad, localidades de Usme, Ciudad Bolívar y algunos lugares puntuales en los Cerros Orientales. Las acciones de adaptación implican la protección de bosques de alta montaña y niebla, implementación de prácticas agroforestales que promuevan el mejoramiento del suelo y aumento del contenido de humus, la estabilización de pendientes y regulación de flujos de agua. Adicionalmente, medidas “low regret”, y/o posibles medidas de ingeniería convencional, que permitan garantizar la función reguladora de los ecosistemas. Estas acciones deben estar complementadas con adecuaciones de POT y POMCAS.

- e. Exposición a frecuencia de incendios de la vegetación y susceptibilidad a procesos de sequía: La vulnerabilidad aumenta en zonas rurales agrícolas o núcleos urbanos con baja cobertura vegetal o presencia de especies vulnerables. La tendencia a la desertificación puede afectar algunos municipios del departamento, especialmente los más afectados en el mes más seco, lo cual tendrá incidencia en el suministro de agua. Las acciones de adaptación deben estar orientadas al uso más eficiente del agua, tanto en actividades domésticas como agrícolas, restauración ecológica, remoción de especies invasoras con gran capacidad de generación de fuego, promoción de esquemas de almacenamiento de aguas lluvias. De forma complementaria, los ajustes a POT y POMCAS, incluyendo programas de prevención y mitigación de incendios.

- f. Áreas expuestas a reducción en la calidad de agua con implicaciones para las comunidades humanas y tratamiento en zonas de mayor pendiente: la vulnerabilidad aumenta debido al requerimiento del tratamiento de la calidad del agua, cuando el aumento en escurrimiento coincide con presiones de deforestación y mal manejo de suelos. Se recomienda como respuesta, la restauración de áreas degradadas, las prácticas agrícolas que promuevan el mejoramiento en la estructura del suelo, la estabilización de pendientes y un mejor ordenamiento de las actividades productivas, evitando la remoción de sedimentos y el escurrimiento. Así mismo, la necesidad de plantas de tratamiento de aguas residuales, y la combinación de acciones de infraestructura convencional, con infraestructura verde, buscando un ajuste a los impactos en la reducción de la calidad del agua. Estas acciones deben ir acompañadas con esquemas de PSA, estándares de calidad de agua y uso eficiente del agua.

- g. Exposición por cambios significativos en patrones de distribución geográfica de riqueza de especies sensibles y ecosistemas, principalmente bosques andinos, altoandinos, humedales y pantanos de altiplano y bosques húmedos andinos: la vulnerabilidad por pérdida de vulnerabilidad sensible se da como consecuencia a la variación potencial de patrones climatológicos y su incidencia sobre la composición, estructura y función de los ecosistemas. La vulnerabilidad sugerida puede ser mayor de la esperada si se tiene en cuenta la transformación de los ecosistemas actuales. Es fundamental promover la investigación y el monitoreo de la biodiversidad sensible, la protección y restauración ecológica de áreas de transición ecosistémica y establecimiento de corredores de conectividad. Estas actividades deben estar complementadas con el desarrollo de incentivos tributarios, el fortalecimiento de planes de manejo de las áreas protegidas del departamento.

- h. Reducción en disponibilidad hídrica en las cuencas de los embalses que suministran agua a Bogotá: De no mejorarse la eficiencia en el uso del agua, y aumentarse el volumen de suministro de la ciudad en el 2050, la vulnerabilidad por desabastecimiento sería notoria. Estos factores, ligados a la exportación de agua por fuera de Bogotá, sin una evaluación de impactos, puede aumentar

significativamente la presión sobre el recurso. Las acciones de adaptación están encaminadas a un mejoramiento en el manejo de las cuencas mencionadas, campañas para el uso óptimo del agua, promoción de estándares de calidad y campañas dirigidas a la reducción de la huella de agua, uso adecuado de las aguas subterráneas y protección de la calidad del agua para reducir los costos en infraestructura. Otras acciones implican la limitación en la venta de agua en bloque a otras localidades, el incremento de acciones de control por pérdida y eficiencia y la revisión de los POT y POMCAS respectivos.

4. RECOMENDACIONES:

- Socializar los resultados obtenidos en el presente estudio, con actores y sectores relevantes, con el fin de validar la información y complementar las acciones de respuesta.
- Continuar con la actualización y ajuste de los estudios de vulnerabilidad, ya que estos tienen por lo general una validez limitada. Deben considerarse aproximaciones integrales, sustentadas por instrumentos de monitoreo. Algunos de los análisis realizados se deberían actualizar a futuro, considerando la nueva generación de modelos de cambio climático para los modelos más investigados en la región, y usando procesos más detallados, incluyendo controles eco-hidrológicos de alta montaña como los presentados en el presente estudio y con una escala espacial de 1 ha, para poder usarlos para propósitos de inversión estratégica en intervenciones de adaptación.
- Escalar las evaluaciones de vulnerabilidad y monitoreo de los servicios ecosistémicos hidrológicos, a territorios conectados estructural y funcionalmente con la región Bogotá-Cundinamarca, incluyendo la cuenca de la Orinoquia, el Magdalena y la Alta montaña de la Cordillera Oriental, entre otros, dado que los problemas asociados a la disponibilidad de agua para consumo y la reducción posible de despacho de energía de Chivor y El Guavio, y los procesos de urbanización de la Sabana de Bogotá, son temas que no se pueden manejar de manera aislada.
- Efectuar estudios de vulnerabilidad aún más detallados en las cuencas de captación que garantizan el suministro de agua para Bogotá, con el fin de entender mejor los procesos e identificar acciones apropiadas para la reducción de la vulnerabilidad, así como en las áreas en las cuales existen afectaciones importantes por deslizamientos y expansión de usos urbanos, agrícolas e industriales. Así mismo, debería evaluarse la exposición y la vulnerabilidad de los sistemas de agua potable a nivel municipal, de manera similar a la efectuada para la ciudad de Bogotá. Esta evaluación debe enfocarse en las áreas de abastecimiento de los núcleos urbanos.
- Llevar a cabo estudios a profundidad sobre la vulnerabilidad particular de ecosistemas clave como los bosques de niebla y páramos a una escala espacial más detallada que la evaluada en este estudio y a través de un análisis detallado de los condiciones hidro-climáticas que determinan estos ecosistemas así como de sus características ecológicas y topográficas. El presente estudio evaluó algunos aspectos como los cambios en condiciones de condensación y frecuencia de neblina, pero

se sugiere dar mayor detalle y complementar con arreglos experimentales específicos y verificación en campo.

- El análisis de los cambio en cobertura y uso de la tierra debido al cambio climático es un proceso complejo especialmente en áreas de alta montaña, donde no se pueden usar exclusivamente variaciones de temperatura o precipitación para determinar que un ecosistema vaya a desaparecer o verse fuertemente afectado, ya que los cambios a nivel ecológico son el resultado de transferencias entre temperatura, precipitación y humedad atmosférica, entre otros factores biofísicos y socio-económicos.
- La posible ampliación de proyectos de minería e hidrocarburos, hace necesaria una evaluación de su pertinencia e impactos, considerando los posibles cambios futuros en la disponibilidad hídrica, ya que esto puede generar déficit hídrico en algunas regiones.
- La capacidad adaptativa de la población de la región para enfrentar los impactos del cambio climático en los servicios hidrológicos, va de media a baja debido a varios factores: la escasez de recursos económicos predominante en gran parte de los municipios más afectados, las amenazas posibles debido al incremento previsto de la población, y a la ausencia de instrumentos de planificación apropiados para enfrentar dichos impactos. Por lo tanto, la planificación y el ordenamiento territorial deben dar una mayor relevancia al tema de vulnerabilidad y adaptación, con el fin de conciliar intereses y reducir posibles conflictos a futuro asociados a la gestión del recurso hídrico y del territorio en general.
- Para abordar la gran mayoría de impactos previstos, se sugiere dar prioridad a las acciones de no arrepentimiento, más conocidas como “no regrets”, las cuales ofrecen altos co-beneficios para la población y la integridad ecosistémica. Estas acciones, en ciertos casos, y previa evaluación, podrán combinarse con acciones desde la ingeniería más convencional, tal como dragado, mantenimiento de canales, construcción de pequeñas presas para abastecimiento en períodos de escasez o regulación en períodos de exceso, y otras actividades que complementen la función reguladora de los ecosistemas.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, Elizabeth, José Marengo, Ricardo Villalba, Stephan Halloy, Bruce Young, Doris Cordero, Fernando Gast, Ena Jaimes and Daniel Ruiz. 2011. Consequences of Climate Change for Ecosystems and Ecosystem Services in the Tropical Andes. En: Herzog, Sebastian, Rodeney Martínez, Peter M. Jorgensen, Holm Tiessen, 2011. Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes. IAI SCOPE, 348 pp.
- Andrade, Angela, Rocío Cordoba, Radhika Dave, Pascal Giro, Bernal Herrera, Robert Munroe, Judy Oglethorpe, Emilia Pramova, James Watson and Walter Vergara. 2011. Principios y Lineamientos para la Integración del Enfoque basado en Ecosistemas en el Diseño de Proyectos y Políticas de Adaptación. CEM-UICN. CATIE.
- Benito B, Peñas J (2007). Aplicación de modelos de distribución de especies a la conservación de la biodiversidad en el sureste de la Península Ibérica.
- Borenstein, M., L.V. Hedges, J. Higgins y H. Rothstein. 2009. Introduction to Meta Analysis. United Kingdom, Wiley Pub. P. 403.
- DANE, 2005. Censo General 2005. Bogotá
- DANE, MAVDS, PNUMA, 2007. Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el desarrollo sostenible: indicadores de seguimiento. Bogotá.
- DANE, SDP. 2011. Primera encuesta multipropósito para Bogotá. Secretaría de Planeación. Bogotá.
- DANE, 2012. Codificación de la División Político Administrativa (DIVIPOLA). DANE.
- DNP (2012). El ABC del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Bogotá.
- Espejo, J. (2013) INFORME FINAL. Consolidación de escenarios de variabilidad y cambio climático en la región capital, Bogotá-Cundinamarca. PRICC, Plan Regional Integral de Cambio Climático.
- FCCC, 2011,a. Ecosystem based Approaches to Adaptation: Compilation of information. FCCC/TP/2011/INF.8
- FCCC, 2011b. Water and Climate Change Impacts and Adaptation Strategies. FCCC/TP/2011/5.
- Grajales F., 2013a] Grajales F., 2013. Análisis de índices de Extremos Cllimáticos mediante RCLimindex y Stardex. Proyecto PRICC, región Capital Bogotá-Cundinamarca. Enero de 2013.
- Gobernación de Cundinamarca, 2010. Estadísticas de Cundinamarca. Secretaría de Planeación. Bogotá.
- Guzmán, José Miguel, Daniel Schensul, and Sainan Zhang, 2012. Understanding Vulnerability Using Census Data. En Martine, George and Daniel Schensul (eds) 2013. The Demography of Adaptation to Climate Change. New York, london and Mexico City, IIED.
- IDEAM, 2001. Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. IDEAM, 2001.
- IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p.

IDEAM, Ministerio del Medio Ambiente y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2010. Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Colombia.

IDEAM, IGAC y CORMAGDALENA. 2008. Mapa de Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena-Cauca: Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi y Corporación Autónoma Regional del río Grande de La Magdalena. Bogotá, D.C., 200p. + 164 hojas cartográficas.

IDEAM (2011) Estudio Nacional del Agua. Republica de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios Ambientales, IDEAM.

IIED, 2012. TAMD: A Framework for assessing climate Adaptation and Development Effects.

IPCC (2007) Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: Parry ML, Canziani OF, Palutikof PJ, van der Linden PJ, Hanson CE, eds. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 976 p.

IPCC, 2012: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.

Locatelli, B. Kanninen, M. Brockhaus, M., Colfer, C.J.P., Murdiyarseo, B. and Santoso, H. 2008. Facing an uncertain future: How forests and people can adapt to climate change. Forest Perspectives No. 5. CIFOR, Bogor, Indonesia.

Martine and Shensul, 2013. Understanding vulnerability and adaptation using census data. Chapter 4. En: Shensul, Daniel and David Dodman, 2013. Population Adaptation: Incorporating Population Dynamics in Climate Change Adaptation. Policy and Practice. En Martine, George and Daniel Schensul (eds) 2013. The Demography of Adaptation to Climate Change. New York, London and Mexico City. UNFPA, IIED.

Mulligan, M. (2012) WaterWorld: a self-parameterising, physically-based model for application in data-poor but problem-rich environments globally. Submitted. *Hydrology Research*.

Mulligan, M. and Burke, S. (2005) FIESTA Fog Interception for the Enhancement of Streamflow in Tropical Areas. Technical Report for AMBIOTEK contribution to DfID FRP R7991. [Online] Available from: <http://www.ambiotek.com/Fiesta> [Accessed 10 April 2007].

Munang, Richard, Ibrahim, Thiaw, Keith Alverson, Jian Liu and Zhen Han, 2013. The role of Ecosystem Services in Climate Change Adaptation and Disaster risk Reduction. Ssci Verse Science Direct. Environmental Sustainability. ELSEVIER. www.sciencedirect.com 2013, 5:1-6.

POT - Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Capital. Decreto 364 de 2013.

Rowland, E.L., J.E. Davison, and L.J. Graumlich. 2011. Approaches to Evaluating Climate Change Impacts on Species: A Guide to Initiating the Adaptation Planning Process. Environmental Management 47 (3): 322-37.

Sáenz, L. and Mark, M. (2013) The role of tropical montane cloud forests on water inputs to tropical dams and implications of their continuing loss. Accepted: International Journal of Ecosystem Services.

Sardi E. 2008. Especificaciones del proceso de conciliación censal como herramienta para medición de la omisión censal a nivel nacional Censo 2005. DANE 2008. 69 p.

Thomas, C.D., J.K. Hill, B.J. Anderson, S. Bailey, C.M. Beale, R.B. Bradbury, C.R. Bulman, H.Q.P. Crick, F. Eigenbrod, and H.M. Griffiths. 2011. A Framework for Assessing Threats and Benefits to Species Responding to Climate Change. *Methods in Ecology and Evolution* 2 (2): 125-42.

Turner, II, B.L., Kasperson, R.E., Matson, P.A. McCarthy, J.J., Corell, R.W., Christensen, L., Eckley, N., Luers, Martello, M.L. 2003. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100: 8074-8079

UNDP, 2012. Down to Earth: territorial Approach to Climate Change.

Young, K. (2011). Andean geographies. Pp 348 en S. Herzog, P. Martinez, H. Jorgensen y H. Tiessen. 2011. *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes*. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE).

SEGUNDA PARTE

RESULTADOS

ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD INSTITUCIONAL PARA AFRONTAR RETOS DE LA REGIÓN CAPITAL EN CAMBIO CLIMÁTICO Y DEL ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE POLÍTICA SOBRE LA VULNERABILIDAD DE LA REGIÓN.

III. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD INSTITUCIONAL PARA AFRONTAR RETOS DE LA REGIÓN CAPITAL EN CAMBIO CLIMÁTICO Y DEL ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE POLÍTICA SOBRE LA VULNERABILIDAD DE LA REGIÓN

CIDER - UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

RESUMEN

Se presenta la ruta de trabajo y esquemas conceptuales que guiaron la estimación de un primer índice de vulnerabilidad institucional de los municipios de Cundinamarca con dos metodologías alternativas, partiendo de la disponibilidad actual de información de base, y teniendo al ejemplo de Bogotá como referente futuro de metodología para el cálculo de indicadores relacionados. La sección 1 revisa el papel de las instituciones en la adaptación ante el cambio climático y realiza una revisión de literatura sobre los indicadores de vulnerabilidad utilizados a nivel internacional. La sección 2 presenta la medición de un índice de vulnerabilidad municipal con la información disponible. La sección 3 presenta recomendaciones de política pública que PRICC podría liderar.

Idealmente, un índice de vulnerabilidad institucional debería reflejar la calidad de los planes municipales de gestión de desastres, las capacidades de investigación aplicada a la adaptación de ecosistemas y especies, el nivel de uso de los seguros en cosechas o en edificaciones, y la magnitud de los recursos centrales para adaptación al riesgo a nivel municipal. Estos datos no son observables ni tienen variables que las aproximen hasta el momento, o no tienen línea de base todavía. Se calcula un índice enfocado en la gestión de desastres para Cundinamarca, con base en la información disponible, que captura los conceptos de capacidad de prevención y la capacidad fiscal (potencial de reaccionar ante eventos climáticos). El índice de vulnerabilidad se concentra en la gestión del riesgo de desastres a nivel local porque las otras áreas de intervención recomendadas (inversión en adaptación de plantas y ecosistemas para desarrollo de agricultura resiliente; y planificación de recursos hídricos) se realizarían al nivel nacional, departamental o en alianza con Bogotá, D.C.

1 RUTA DE TRABAJO

El desarrollo de este trabajo tuvo lugar en una línea de tiempo de 5 meses, de los cuales en los dos primeros meses se realizó la identificación del marco normativo y política de entes territoriales de la Región Capital y la identificación de normas y políticas relevantes emitidas o planteadas por:

- Entidades del orden nacional
- Poderes ejecutivos regionales.

Lo anterior ha incluido una identificación preliminar de problemas ambientales y de riesgos de Cundinamarca

De igual forma en los dos primeros meses se realizó el análisis del marco normativo, instrumentos de política con incidencia en dinámica territorial en los últimos 20 años, identificando:

- Principios para gestión de cambio climático y el papel del cambio tecnológico
- Discusión de normas y políticas y Matriz DOFA de normas y políticas.
- La dinámica territorial: crecimiento económico y asentamientos, la relación Bogotá con el resto del departamento, implicaciones sobre vulnerabilidad al cambio climático.
- Recomendaciones preliminares de acción para el PRICC sobre normas e instrumentos.

En el mes tercero, se realizó la caracterización de actores y arreglos institucionales en gestión de cambio climático, identificando:

- Papel de entidades del nivel central. Papel de entidades regionales. Potencial de los Contratos-Plan para cofinanciar inversiones orientadas a la gestión del cambio climático.
- Matriz DOFA de actores
- Recomendaciones preliminares de acción para el PRICC sobre papel de actores y arreglos institucionales.

En el cuarto y quinto mes se realizaron los análisis de vulnerabilidad institucional para afrontar retos de la región capital en cambio climático, realizando:

- Revisión de la literatura internacional para creación de indicadores e índices de vulnerabilidad territorial.
- Propuesta de indicadores o índices de vulnerabilidad territorial y capacidad institucional.
- Recomendaciones que surgen de la superposición de indicadores territoriales e institucionales e implicaciones.

De igual manera en el último mes se realizó el Resumen ejecutivo, junto con una propuesta de política, planes, programas, arreglos e instrumentos para evaluación, priorización, financiación, coordinación, implantación; responsables.

MARCO DE REFERENCIA

LAS INSTITUCIONES EN LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO, INDICADORES E ÍNDICES DE GESTIÓN DE RIESGO

Los programas de adaptación al cambio climático deben apoyarse en instituciones fuertes que garanticen su funcionalidad. En Colombia, la consolidación de las instituciones políticas y económicas no ha sido homogénea. Acemoglu y Robinson (2012) muestran que en algunas zonas urbanas de Colombia las instituciones funcionan relativamente bien, mientras que en zonas alejadas de los centros urbanos principales se hace evidente la debilidad o inexistencia de las instituciones políticas y económicas. Acemoglu, García-Jimeno y Robinson (2013) estudian la relación entre capacidad institucional y desarrollo municipal para Colombia. En su análisis encuentran que, puesto que la inversión local y nacional en capacidad estatal es simultánea y la construcción de capacidad institucional no solo beneficia al municipio, sino que genera unos efectos indirectos (*spillovers*) sobre los municipios vecinos, existe un incentivo a subinvertir en el desarrollo de capacidades de municipios individuales. Esto implica que el gobierno central debe intervenir para subsanar este “déficit” de inversión local mediante incentivos (cofinanciación basada en desempeño municipal).

Los resultados de Acemoglu, García-Jimeno y Robinson confirman la importancia de la capacidad estatal como determinante de primer orden de la prosperidad de un municipio. Según sus cálculos, si se mejora la capacidad institucional de los municipios que se encuentran por debajo de la mediana nacional, llegando a la mediana actual, habrá una mejora de la calidad de vida de la población. Si sólo se tienen en cuenta los efectos directos, la mediana de la proporción de la población por encima de la línea de pobreza pasaría de 57% a 60%. De este incremento, 57% se debe a efectos directos y 43% a *spillovers*. Si se tiene en cuenta la reacción de los diferentes municipios ante la mejora en la capacidad institucional de sus vecinos, el valor se incrementaría a un 68%.

Por otra parte, teniendo en cuenta que la población que está bajo la línea de pobreza es la más vulnerable ante el riesgo de los desastres naturales, la inversión en capacidad estatal es decisiva para la superación de las trampas de pobreza y la reducción de vulnerabilidades ante riesgo de desastre. Esta es una segunda razón para que el estado central apoye el fortalecimiento de capacidades municipales, tanto genéricas como orientadas a la gestión del cambio climático. Los grandes asuntos del cambio climático en los que el estado central debe emprender líneas de acción incluyen la gestión del riesgo de desastres en el territorio, el uso de seguros agrícolas, la investigación agrícola y la gerencia del agua.

La capacidad de adaptación a los impactos del cambio climático es una función de la adaptabilidad social y humana, las capacidades financieras y la gobernanza e institucionalidad. La estrategia del cambio climático debe integrar instrumentos de política e instrumentos financieros para crear un portafolio de mitigación y un portafolio de adaptación. De la misma manera, un plan para la adaptación al cambio climático debe estar sustentado por estudios técnicos e indicadores que sirvan como herramienta para priorizar acciones al igual que para identificar falencias y cuellos de botella.

En la literatura internacional y colombiana revisada se encontraron diversos indicadores e índices para la identificación de diversos tipos de vulnerabilidad (económica, física, social, institucional y ambiental). Los análisis de gestión del riesgo deben reflejar (idealmente) la capacidad para reducir la vulnerabilidad, la capacidad de reacción y la capacidad de recuperación. Los modelos de riesgo, el análisis de gestión del riesgo y el análisis financiero son herramientas complementarias que deberían adoptarse para la adopción políticas para enfrentar los retos del cambio climático.

En esta sección se revisan cuatro estudios sobre indicadores y construcción de índices de diversas facetas de la vulnerabilidad. El primero se enfoca en la vulnerabilidad *regional* de las provincias de Filipinas. El segundo examina la vulnerabilidad *social* ante el cambio climático en África. El tercero muestra una batería de indicadores para generar índices de vulnerabilidad de acuerdo con las necesidades específicas de una región y finalmente se revisa en detalle la metodología para el cálculo del índice de gestión del riesgo para Bogotá.

Ballesteros (2012) estima un índice de vulnerabilidad local para Filipinas. La construcción del indicador se basa en la metodología desarrollada por el instituto para la Reducción de desastres (Disaster Reduction Institute- DRI) y el Programa Económico y Ambiental para el Sudeste Asiático (Economy and Environment Program for Southeast Asia- EEPSEA). La vulnerabilidad se expresa como una combinación de tres componentes: exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación.

$$Vulnerabilidad = \frac{Exposición * Sensibilidad}{Capacidad de adaptación}$$

La exposición se refiere a la probabilidad de que un evento externo o riesgo natural ocurra en el área de evaluación. Los riesgos pueden surgir debido a la variabilidad del clima o desastres naturales en general. La sensibilidad se refiere a la fragilidad física, ecológica, social y predisposición económica del sistema a un riesgo natural. La sensibilidad refleja el grado de respuesta ante un evento, entre más sensible sea el sistema, el impacto del riesgo será mucho más alto. Finalmente, la capacidad de adaptación de un sistema o de un lugar refleja la habilidad de las personas para responder ante un evento y también tiene en cuenta las medidas tomadas para reducir la vulnerabilidad o hacerle frente una vez el evento tiene lugar. Una buena capacidad de adaptación reduce la vulnerabilidad. La construcción del índice tiene en cuenta los indicadores presentados en la Tabla 1.

Para construir el índice se normalizan los valores de los diferentes indicadores asignando ponderaciones iguales a cada uno. Luego se clasifican las diferentes regiones en grupos más vulnerables y menos vulnerables. En general, el ingreso per cápita se considera como una medida de resiliencia y tiene una relación negativa con la vulnerabilidad. Esto significa que un ingreso per cápita alto está directamente relacionado con un nivel de vulnerabilidad menor dejando todo lo demás constante. Sin embargo, la correlación no es perfecta, puesto que no necesariamente aumentar el ingreso per cápita disminuye la vulnerabilidad. Para capturar esta observación, Ballesteros estima un índice condicionado a los ingresos que genera cambios en el *ranking* inicial. En la nueva clasificación, algunas provincias que tenían un buen ingreso per cápita aparecían como altamente vulnerables. Este ejercicio advierte sobre las limitaciones del uso de ingreso per cápita como medida de resiliencia.

TABLA 1. ESQUEMA DE LOS COMPONENTES DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD REGIONAL EN FILIPINAS

COMPONENTE	SUB-ÍNDICE	INDICADORES CLAVE
Sensibilidad	Población en riesgo	Proporción de niños menores de 15 años
	Medios de subsistencia en riesgo	% de Área Cultivable

COMPONENTE	SUB-ÍNDICE	INDICADORES CLAVE
Capacidad de Adaptación	Economía recursos y distribución	% de población pobre
	Infraestructura	Infraestructura per cápita
	Habilidades/capacidades	Número de trabajadores de la salud por 1000 habitantes
	Tecnología	Proporción de hogares con acceso a electricidad
Exposición	Amenaza por tifones	Frecuencia de tifones
	Amenaza por deslizamientos	% de tierra degradada

Fuente: Ballesteros (2012).

La metodología aún está en proceso de ajuste. No es claro si algunas medidas como la construcción de una presa (considerada en la capacidad de adaptación) generan efectos positivos o negativos en la vulnerabilidad. El estudio recomienda escoger indicadores que se adapten a las realidades locales.

ÁFRICA

Vincent (2004) propone un índice para evaluar la vulnerabilidad social debido al CC enfocado en la disponibilidad del agua. El índice se construye con base en 5 subíndices, cada uno con un peso relativo diferente: bienestar económico y estabilidad (20%), estructura demográfica (20%), estabilidad institucional y fortaleza de la infraestructura pública (40%), interconectividad global (10%) y dependencia de recursos naturales (10%). Para cada componente se escogen indicadores de acuerdo con la disponibilidad de información, como se muestra en la Tabla 2. Nótese que se incluye de manera explícita información sobre grupos poblacionales especialmente vulnerables en el contexto de África, además de la población pobre.

TABLA 2. COMPONENTES DEL INDICADOR DE VULNERABILIDAD SOCIAL EN ÁFRICA

SUB ÍNDICES	INDICADORES	PESO DE AGREGACIÓN PARA EL SUB INDICADOR
Bienestar económico y estabilidad (0.2)	% de la población que vive por debajo de la línea de pobreza	0.8
	Cambio en el % de población urbana	0.2
Estructura demográfica (0.2)	Población dependiente (menores de 15 años y mayores de 60 años)	0.5
	Proporción de la población en edad de trabajar con VIH/SIDA	0.5

Estabilidad Institucional y fortaleza de la infraestructura pública (0.4)	Gasto en salud como proporción del PIB	0.6
	Teléfonos- teléfono fijo	0.2
	Corrupción- percepción de las instituciones y transparencia de la información	0.2
Interconectividad Global (0.1)	Balanza de pagos	1
Dependencia de los recursos Naturales (0.1)	Población rural	1

Fuente: Vincent (2004).

LISTA DE POSIBLES INDICADORES DE VULNERABILIDAD SOCIAL CONSTRUIDOS POR EL INTERNATIONAL CROPS RESEARCH INSTITUTE FOR THE SEMI-ARID TROPICS

El Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para Trópicos Semi-áridos desarrolla un inventario y metodología de cálculo de indicadores para medir la vulnerabilidad social. A partir de este inventario se pueden escoger los indicadores que más se adapten a las especificidades de una región.

TABLA 3. LISTA DE INDICADORES

DETERMINANTES DE LA VULNERABILIDAD	INDICADORES	DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR
Exposición	Eventos Climáticos extremos	No. De eventos de inundación o de sequia
	Cambio en variables climáticas (eligiendo un año base)	Cambio en la temperatura máxima
		Cambio en la temperatura mínima
		Cambio en la precipitación
	Irrigación de tierra	% de tierra irrigada
Sensibilidad	Índice de degradación de la tierra	Combinación entre degradación de la tierra y la degradación vegetal.

DETERMINANTES DE LA VULNERABILIDAD	INDICADORES	DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR
	Índice de diversidad de cultivos	Área de monocultivos
	Densidad de población vegetal	Población rural /km2
	Porcentaje de pequeños campesinos	
	Porcentaje de tierra manejada	
	Uso de fertilizantes	Consumo de fertilizantes por hectárea
	Agua subterránea para uso futuro	Cantidad de Agua que puede ser usada para diferentes actividades
	Intensidad de la irrigación	
	Porcentaje de Área no cultivada en los últimos 5 años	
Adaptación	Organización campesina	Número de campesinos organizados
	Tasa de analfabetismo	
	Ingreso rural	Ingreso neto de la finca
	Tamaño de la finca	
	Activos de la finca	
	% del PIB rural	
	Acceso a crédito	
	Índice de infraestructura	
	Acceso al mercado	
	Producción de alimentos por hectárea	
	Producción no alimenticia por hectárea	
	Esperanza de vida	
	Porcentaje de trabajadores empleados en agricultura	
	Porcentaje del área cultivada con semilla resistente a la sequía	
Producción de leche		

Fuente: <http://www.icrisat.org/>

INDICE DE DESEMPEÑO FISCAL –DNP, COLOMBIA

De acuerdo con el DNP, el énfasis de este índice se centra en medir los resultados alcanzados por alcaldes y gobernadores en el desempeño de sus finanzas, cuantificando la importancia de las rentas propias como contrapartida a las transferencias nacionales y las regalías, analizando los resultados en materia de responsabilidad fiscal (capacidad de pagar los gastos de funcionamiento y el servicio de la deuda), evaluando la magnitud relativa de las inversiones ejecutadas y cuantificando la magnitud de los ahorros propios para liberar recursos que fortalezcan las inversiones y fortalecer la sostenibilidad del endeudamiento.

Los agregados fiscales dan una idea del buen comportamiento de las finanzas públicas a nivel de gobiernos territoriales, pero no reflejan con precisión el desempeño particular de cada uno de los municipios y departamentos. Más bien, el comportamiento consolidado es arrastrado por las grandes ciudades y departamentos, mientras que las situaciones particulares del resto difirieren de manera importante. Esto se traduce en diferencias en el desempeño financiero, lo que exige tener una mirada que supere la agregación y revise caso por caso.

El esquema metodológico de este índice puede ser consultado en DNP 2011.

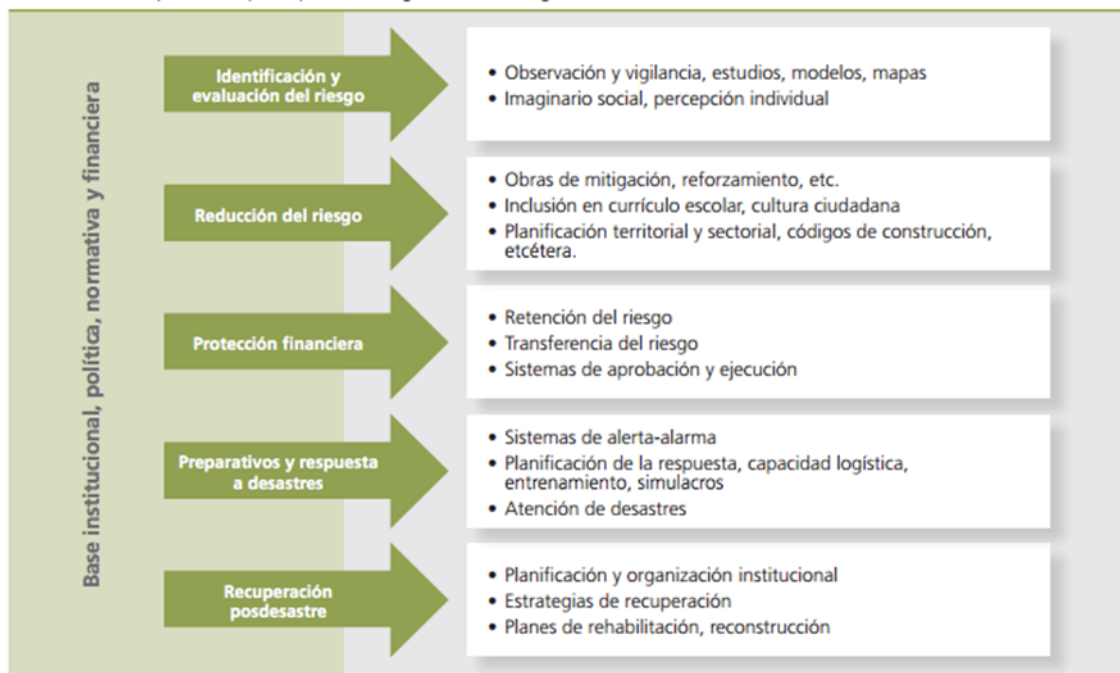
BOGOTÁ

En Bogotá existe una metodología de cálculo del índice de gestión del riesgo. La metodología inicial fue presentada y evaluada por Cardona (2005) y luego desarrollada por Yamin et. ál (2013) junto con herramientas de modelación probabilista del riesgo, evaluación del riesgo, evaluación de las amenazas, evaluación de la exposición y vulnerabilidad de componentes y evaluaciones costo-beneficio de obras para la reducción del riesgo entre otras. Se recomienda adoptar esta metodología para los municipios de Cundinamarca; lo que implica un enorme trabajo de recopilación de información y realización de encuestas.

Bajo el marco conceptual del estudio, un desastre se define como un evento socio ambiental cuya materialización es el resultado de la construcción social del riesgo (Cardona 2005). La gestión del riesgo (Gráfico 1) no solo incluye la reconstrucción post desastre sino que también incluye la formulación de políticas públicas y planificación del desarrollo (acciones de mitigación y adaptación). Según el marco conceptual, para una adecuada gestión del riesgo se requiere identificar las fuentes de riesgo, posteriormente se deben emplear estrategias de mitigación y adaptación para la reducción de las diferentes vulnerabilidades evidenciadas y luego se requiere tener una capacidad institucional, física y financiera para el manejo de los desastres.

GRÁFICO 1. COMPONENTES PRINCIPALES DE LA GESTIÓN DEL RIESGO

Gráfico 1. Componentes principales de la gestión del riesgo



Fuente: Ghesquiere y Mahul, 2010.

Fuente: Yamin et al 2013

Yamín et. ál (2013) construyen cuatro índices para Bogotá: índice de déficit por desastre (IDD), el índice de desastre local (IDL), el índice de Vulnerabilidad prevalente (IVP) y el Índice de Gestión del Riesgo (IGR). El IGR refleja el nivel de organización, capacidad, desarrollo y acción institucional para reducir la vulnerabilidad y las pérdidas. En síntesis, busca reflejar la capacidad de respuesta y recuperación eficientes en caso de crisis. Éste índice se evalúa con base en referentes deseables, estableciendo una escala de niveles de desempeño o la distancia con respecto a un país de referencia. La mayoría de la información para construir el IGR se recolectó a través de encuestas sobre la percepción de los diferentes componentes. Con base en esto se realizó una escala de nivel de desempeño. Se tienen en cuenta cuatro componentes (Tabla 4):

- 5) Identificación del riesgo colectivo (IGR_{IR}): comprende percepción individual, percepción social y una estimación objetiva. Involucra valoración de amenazas factibles de los diferentes aspectos de la vulnerabilidad.
- 6) Reducción del Riesgo (IGR_{RR}): está centrado en la capacidad de prevención y mitigación. Captura la capacidad de anticiparse con el fin de disminuir los impactos a nivel social, económico y físico causados por el evento.

- 7) Manejo de Desastres (IGR_{MD}): corresponde a la respuesta y recuperación después ocurrido un desastre y depende del nivel de preparación de los diferentes actores involucrados.
- 8) Gobernabilidad y protección financiera (IGR_{PF}): mide la transferencia del riesgo y la institucionalidad. Captura en qué medida existe una adecuada utilización de los recursos financieros para la gestión del desastre y para transferir las pérdidas asociadas a la ocurrencia del desastre.

De manera resumida se explica la construcción del índice. Los indicadores de cada componente se calculan con base en encuestas de cualitativas de percepción. Los resultados de estas encuestas se convierten en indicadores numéricos y luego se agregan como una suma con ponderaciones para cada indicador. La sumatoria de las ponderaciones es igual a 1. Posteriormente, los sub índices se agregan como un promedio de los cuatro indicadores compuestos (Tabla 4).

Adicionalmente, Yamín et al (2013) construyen un índice de Riesgo Total compuesto por el riesgo físico y un factor de impacto basado en variables blandas asociadas a la vulnerabilidad social (fragilidad social y resiliencia). El riesgo físico tiene en cuenta las posibles consecuencias en términos de vidas y pérdidas de infraestructura. Este enfoque se diseñó especialmente para aplicarlo a escalas menores en Bogotá. El método combina el Índice de Déficit por Desastre (IDD) y el Índice de Vulnerabilidad Prevalente (IVP). El Riesgo Total se determina con base en el riesgo físico y en un factor de impacto. El factor de impacto incluye un coeficiente de agravamiento para cada unidad espacial de análisis, basado en variables de fragilidad social y la falta de resiliencia, como se muestra en el Gráfico 2.

TABLA 4. COMPONENTES DEL ÍNDICE DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA BOGOTÁ

Tabla 5.6 Componentes del Índice de Gestión de Riesgos (IGR)

Descripción – Identificación del riesgo	Indicador	Peso
Inventario sistemático de desastres y pérdidas	IR1	w1
Monitoreo de amenazas y pronóstico	IR2	w4
Evaluación de amenazas y su representación en mapas	IR3	w5
Evaluación de vulnerabilidad y riesgo	IR4	w6
Información pública y participación comunitaria	IR5	w7
Capacitación y educación en gestión de riesgos	IR6	w8

Descripción – Reducción del riesgo	Indicador	Peso
Integración del riesgo en la definición de usos y la planificación	RR1	w1
Intervención de cuencas hidrográficas y protección ambiental	RR2	w4
Implementación de técnicas de protección y control de eventos	RR3	w5
Mejoramiento de vivienda y reubicación de asentamientos	RR4	w6
Actualización y control de la aplicación de normas y códigos	RR5	w7
Intervención de la vulnerabilidad de bienes públicos y privados	RR6	w8

Descripción – Manejo de desastres	Indicador	Peso
Organización y coordinación de operaciones de emergencia	MD1	w1
Planificación de la respuesta en caso de emergencia y sistemas de alerta	MD2	w4
Dotación de equipos, herramientas e infraestructura	MD3	w5
Simulación, actualización y prueba de la respuesta interinstitucional	MD4	w6
Preparación y capacitación de la comunidad	MD5	w7
Planificación para la rehabilitación y reconstrucción	MD6	w8

Descripción – Protección financiera	Indicador	Peso
Organización interinstitucional, multisectorial y descentralizada	PF1	w1
Fondos de reservas para el fortalecimiento institucional	PF2	w4
Localización y movilización de recursos de presupuesto	PF3	w5
Implementación de redes y fondos de seguridad	PF4	w6
Seguros y estrategias de transferencia de pérdidas activos públicos	PF5	w7
Cobertura de seguros y reaseguros de vivienda y del sector privado	PF6	w8

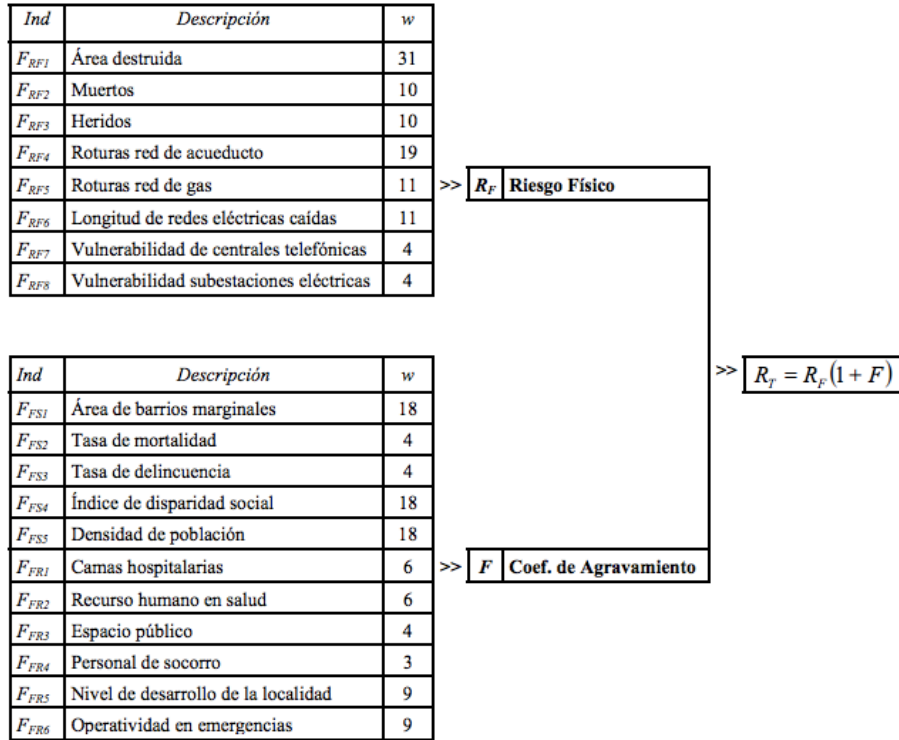
Diagrama de flujo que muestra la agregación de los sub-índices:

- Los indicadores IR1-IR6 se agrupan en IGR_{IR} .
- Los indicadores RR1-RR6 se agrupan en IGR_{RR} .
- Los indicadores MD1-MD6 se agrupan en IGR_{MD} .
- Los indicadores PF1-PF6 se agrupan en IGR_{PF} .
- Los cuatro sub-índices se combinan en la fórmula: $IGR = \frac{IGR_{IR} + IGR_{RR} + IGR_{MD} + IGR_{PF}}{4}$.

Fuente: Yamín et al (2013).

Las mediciones e índices mencionados son complementarios. Por un lado, es importante mirar la capacidad de gestión de un municipio o un departamento, pero también es importante conocer los riesgos existentes. Adicionalmente es importante en materia financiera el análisis costo-beneficio entre la inversión en adaptación y mitigación y los gastos en atención de las emergencias. El cálculo del Índice de gestión de Riesgo se realizó con el apoyo de la Dirección de Prevención y Atención de emergencias.

GRÁFICO 2. INDICADORES DE RIESGO FÍSICO, FRAGILIDAD SOCIAL Y FALTA DE RESILIENCIA



Fuente: Cardona (2005)

TABLA 5. VALORES DE LOS COMPONENTES DEL ÍNDICE PARA BOGOTÁ

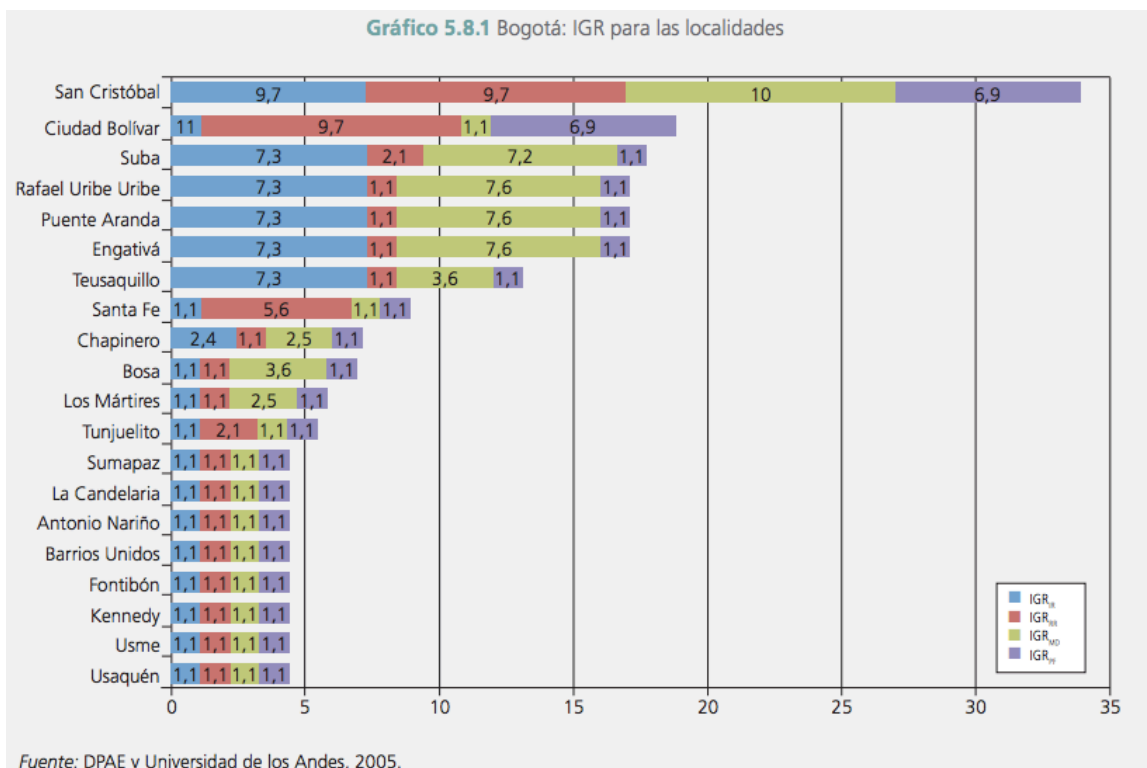
Cuadro 5.8.1 Bogotá. Valores de los componentes del IGR, en diferentes periodos

Indicador	1985	1990	1995	2000	2003
IGR_{IR}	4,6	13,9	35,6	56,2	67,1
IGR_{RR}	11,0	13,9	13,9	46,1	56,7
IGR_{MD}	4,6	8,3	8,3	24,0	32,3
IGR_{PF}	4,6	57,5	54,8	57,6	61,4
IGR_{PROM}	6,2	23,4	28,1	46,0	54,4

Fuente: DPAE y Universidad de los Andes, 2005.

Fuente: Yamin et al (2013)

TABLA 6. IGR PARA LAS LOCALIDADES



Fuente: Yamin et al (2013)

La Tabla 6 muestra el resultado del cálculo del IGR para las localidades de Bogotá. Un índice mayor implica una mejor gestión del riesgo. Un índice alto puede reflejar que se tiene una mejor gestión por la existencia de una alta ocurrencia de desastres. Sin embargo, cuando el índice es bajo, pudiera ser que no exista o no se perciba una alta vulnerabilidad y por lo tanto no se le preste atención para desarrollar capacidades de gestión.

2 APROXIMACIONES A LA MEDICIÓN DE LA VULNERABILIDAD INSTITUCIONAL DE CUNDINAMARCA

Se propone una primera medición, con la información disponible, de la vulnerabilidad institucional de los municipios de Cundinamarca, que sirve de base para construir índices a la manera de Bogotá, centrada en los elementos de gestión de riesgo de desastres.

PRIMERA APROXIMACIÓN: VULNERABILIDAD FÍSICA Y CAPACIDAD FISCAL

La gestión del riesgo involucra acciones preventivas y de reacción una vez ocurrido un evento.

La capacidad de prevención mejorará en la medida que se disminuyan las diferentes vulnerabilidades (vulnerabilidad, física, económica, social, ambiental, institucional). De la misma forma la capacidad de

reacción mejorará en la medida en que exista una mejor logística ante la ocurrencia de un evento y unos recursos disponibles de emergencia de disponibilidad inmediata.

Se procede de la siguiente manera. Primero, se define *evento* como la ocurrencia de un desastre natural. La ocurrencia de un evento genera pérdidas de vidas, de infraestructura, pérdidas en materia monetaria de las cosechas entre otros. El impacto del evento dependerá de la preparación del municipio. Se define C_p como la capacidad preventiva actual de un municipio. Se define C_f como la capacidad de reacción después de un evento para atender a la población afectada y gestionar obras de reparación de la infraestructura averiada.

El índice agrupa estos dos componentes de la siguiente forma:

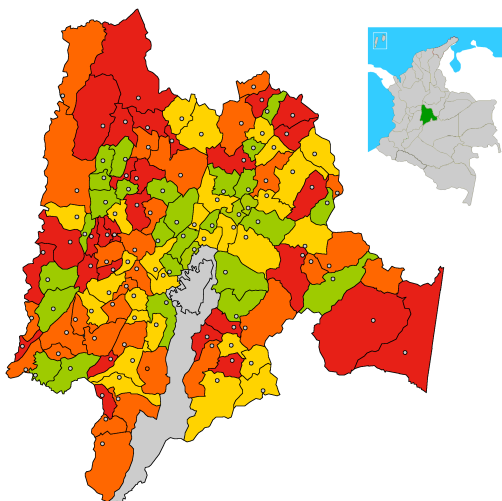
$$IV = (\theta)(C_p) + (1 - \theta)(C_f)$$

$$0 \leq \theta \leq 1$$

Si θ es cercano a 1 se da más peso al componente de prevención. Si θ es cercano a 0 se da más peso al componente de reacción. Dada la restricción de información actual, la capacidad preventiva se mide usando el estado de las viviendas (viviendas inadecuadas, viviendas en hacinamiento crítico, viviendas con servicios inadecuados), datos que se obtienen de la información del Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas. El análisis de la capacidad post-evento se asocia a la liquidez y el desempeño fiscal municipal per cápita. La liquidez municipal tiene en cuenta los ingresos y gastos del municipio. Los ingresos incluyen ingresos tributarios, no tributarios, transferencias y transferencias por regalías. Los gastos incluyen gastos corrientes y gastos por inversión. Los cálculos se efectúan para el año 2011 y se normalizan utilizando el valor más alto.

El índice se evalúa para todos los posibles valores de θ . Una vez calculado el índice se realiza un *ranking* de los diferentes municipios y se establece cual es la media municipal. El índice toma valores entre -1 y 1. *La ubicación dentro de la clasificación municipal no varía cuando se le da más peso a un componente que a otro.*

GRÁFICO 3. EJERCICIO 1. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD INSTITUCIONAL $\theta = 0.5$



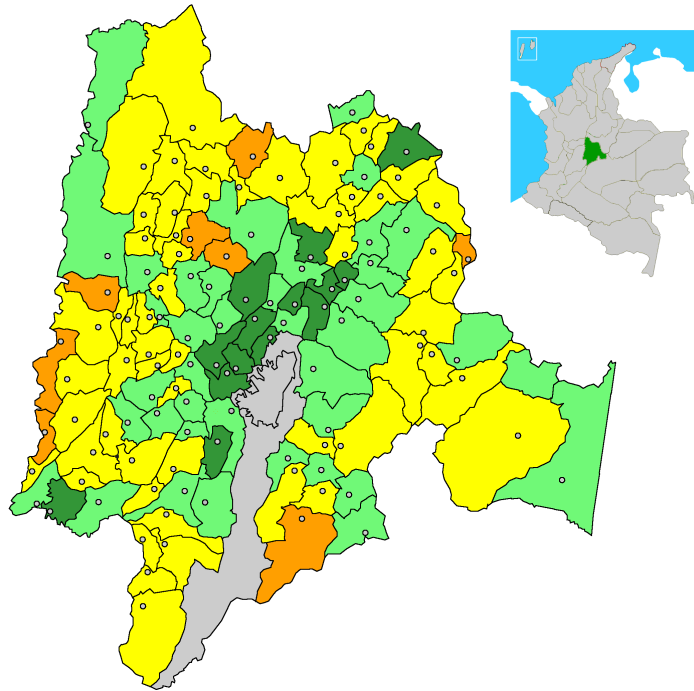
Fuente: Cálculo de los autores

Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad media	Vulnerables	Vulnerabilidad baja
UBAQUE	VIOTA	GRANADA	FUNZA
LA VEGA	AGUA DE DIOS	PAIME	GUATAVITA
TOPAIPI	BOJACA	VILLAPINZON	SUTATAUSA
MEDINA	UBALA	ARBELAEZ	NILO
BELTRAN	GAMA	GACHETA	VIANI
QUIPILE	GUADUAS	SAN CAYETANO	VILLETA
PARATEBUENO	PASCA	SESQUILE	EL ROSAL
NARIÑO	TIBIRITA	ZIPACON	CHOACHI
LA PALMA	CABRERA	TABIO	FUQUENE
GUACHETA	SIMIJACA	VILLA DE SAN DIEGO DE UBATE	RICAURTE
CHIPAQUE	FOMEQUE	CHAGUANI	SOACHA
NIMAIMA	SILVANIA	MOSQUERA	COGUA
GUAYABAL DE SIQUIMA	FACATATIVA	SIBATE	UTICA
LENGUAZQUE	APULO	FUSAGASUGA	NOCAIMA
CAPARRAPI	GIRARDOT	SAN ANTONIO DEL TEQUENDAMA	QUEBRADANEGRA
VILLAGÓMEZ	SAN BERNARDO	QUETAME	PULI
VERGARA	PUERTO SALGAR	CHIA	CAJICA
ALBAN	EL COLEGIO	CHOCONTA	MANTA
FOSCA	TOCAIMA	CAQUEZA	LA CALERA
CACHIPAY	VENECIA	CLUCUNUBA	SUBACHOQUE
JUNIN	UNE	SASAIMA	GACHALA
TIBACUY	EL PEÑON	ANAPOIMA	TENJO
PANDI	SUESCA	GUASCA	SUPATA
TAUSA	TENA	GUTIERREZ	JERUSALEN
YACOPI	PACHO	ZIPAQUIRA	LA PEÑA
SUSA	SAN FRANCISCO	SOPO	NEMOCÓN
MACHETA	GUATAQUI	MADRID	GACHANCIPA
SAN JUAN DE RIO SECO	CARMEN DE CARUPA	GUAYABETAL	COTA
BITUIMA	ANOLAIMA	LA MESA	TOCANCIPA

Los municipios que se encuentran mejor posicionados en el ranking siguen siendo vulnerables pero comparativamente con los otros municipios tienen una mejor capacidad fiscal y mejores condiciones de vivienda. Se encuentra empíricamente que *la ubicación dentro de la clasificación municipal no varía cuando se le da más peso a un componente que a otro*. El Gráfico 3 muestra la estimación para $\theta = 0.5$.

El resultado sugiere que las capacidades de prevención y reacción en Cundinamarca están estrechamente correlacionadas en todos los municipios. Esto simplifica el análisis: se puede emplear solo uno de los dos componentes para evaluar la vulnerabilidad municipal. Este hallazgo sugiere usar el Índice de Desempeño Fiscal desarrollado por el DNP. La clasificación del desempeño fiscal se realiza en 5 grupos: Solventes, Sostenibles, Vulnerables y en Riesgo.

GRÁFICO 4. EJERCICIO 2. VULNERABILIDAD INSTITUCIONAL COMO DESEMPEÑO FISCAL



Fuente: DNP (2012) y cálculo de los autores.

Rangos del Desempeño fiscal	Número de Municipios
Solvente ≥ 80	13
Sostenible ≥ 70 y < 80	39
Vulnerable ≥ 60 y < 70	56
Riesgo ≥ 40 y < 60	8
Deterioro < 40	0

Sostenible					
Albán	Chocontá	Guaduas	Nilo	San Francisco	Ubalá
Anapoima	El Colegio	Guasca	Pacho	Sesquilé	Villa de San Diego de Ubate
Bojacá	El Rosal	Guatavita	Paratebuena	Simijaca	Villeta
Caqueza	Facatativá	Guayabetal	Pasca	Soacha	Zipaquirá
Chía	Fusagasugá	La Calera	Puerto Salgar	Suesca	
Chipaque	Girardot	La Mesa	Quetame	Tabio	
Choachí	Granada	La Vega	San Antonio del Tequendama	Tena	

Solventes	
Cajicá	Ricaurte
Cogua	Sibaté
Cota	Sopó
Funza	Subachoque
Gachancipá	Tenjo
Madrid	Tocancipá
Mosquera	

Vulnerables							
Agua de Dios	Caparrapí	Gachala	La Palma	Nemocón	San Bernardo	Tausa	Venecia
Anolaima	Carmen de Carupa	Gachetá	La Peña	Nimaima	San Cayetano	Tibacuy	Vianí
Apulo	Cucunubá	Gama	Lenguazaque	Nocaima	San Juan de Río Seco	Tocaima	Villagómez
Arbeláez	El Peñón	Guachetá	Macheta	Pandi	Sasaima	Topaipí	Villapinzón
Bituima	Fomeque	Guayabal de Siquima	Manta	Pulí	Silvania	Ubaque	Viotá
Cabrera	Fosca	Jerusalén	Medina	Quebradaregra	Susa	Une	Yacopí
Cachipay	Fúquene	Junín	Nariño	Quipile	Sutatausa	Útica	Zipacón

En riesgo
Beltrán
Chaguaní
Guataquí
Gutiérrez
Paima
Supatá
Tibirita
Vergara

En el índice calculado por DNP, la Solvencia implica que existen ingresos fiscales suficientes para cubrir los gastos previstos en un plan de desarrollo y aumentar la inversión social. La Sostenibilidad implica que los ingresos fiscales son suficientes para mantener los activos existentes, pero no para expandir la inversión. La Vulnerabilidad implica un déficit pequeño a mediano para cubrir el mantenimiento de activos existentes. Y la posición de Riesgo implica un déficit severo en la posibilidad de mantener activos existentes. Con la introducción de mayores necesidades originadas en la necesidad de gestión de riesgo, es probable que la clasificación de muchos municipios baje con respecto a la clasificación del DNP. El indicador puede variar de 0 a 100. Los valores cercanos a 0 reflejan un bajo desempeño fiscal y valores cercanos a 100 significan un buen desempeño fiscal. Los municipios con un buen desempeño fiscal, pueden tener una mayor capacidad de reacción ante la ocurrencia de un evento. Los resultados se presentan en el Gráfico 4.

Además de los índices preliminares de vulnerabilidad presentados, es posible añadir una herramienta cualitativa para observar la gestión del agua a nivel municipal. La estrategia del Plan Departamental de

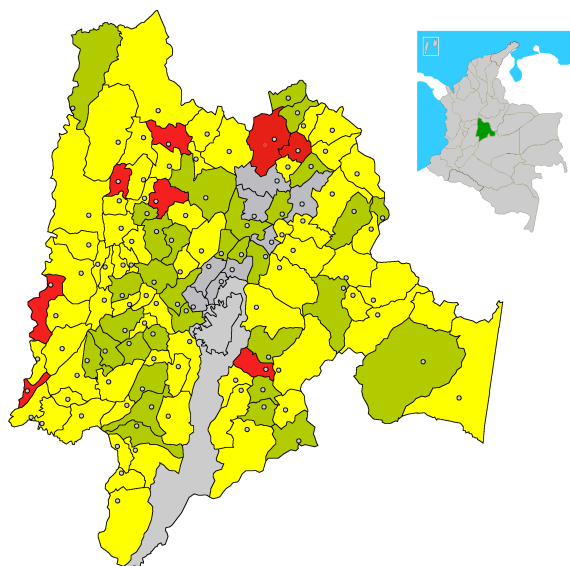
Aguas plantea como idea central la armonización integral de los recursos y la implementación de esquemas eficientes y sostenibles en la prestación del servicio público. En este Plan se realiza una clasificación cualitativa teniendo en cuenta la siguiente información: (i) si el municipio se encuentra en el Plan Departamental de Agua vinculando al Consorcio de Financiamiento de Inversiones en agua y (ii) si el municipio ha ejecutado proyectos en el marco del Plan Departamental de Agua.

Los municipios se encuentran en 4 categorías,

- Cumple con las dos condiciones: el municipio se encuentra en el Plan Departamental de Agua y ha ejecutado proyectos.
- Cumple con la primera condición: el municipio se encuentra en el Plan Departamental de Agua.
- No cumple con ninguna condición:
- Información no disponible.

A continuación se muestran los resultados en el Gráfico 5.

GRÁFICO 5. GESTIÓN DEL AGUA



Fuente: DNP y cálculo de los autores

Municipios que cumplen con las dos condiciones				
Anapoima	Cucunuba	La Mesa	Nocaima	Sopo
Anolaima	El Colegio	La Vega	Pacho	Susa
Apulo	Facatativa	Macheta	Puerto Salgar	Tabio
Arbelaez	Fosca	Madrid	San Antonio Del Tequendama	Tibirita
Cajica	Fusagasuga	Medina	San Francisco	Zipaquirá
Caqueza	Guayabetal	Mosquera	Silvania	
Choachi	Junin	Nemocon	Simijaca	

Municipios que solo cumplen con la primera condición							
Agua De Dios	Chipaque	Gama	Gutierrez	Nimaima	Quipile	Subachoque	Une
Alban	Choconta	Girardot	Jerusalen	Venecia (Ospina Perez)	Ricaurte	Supata	Utica
Beltran	El Peñon	Granada	La Calera	Paime	San Bernardo	Sutatausa	Vergara
Bituima	El Rosal	Guacheta	La Palma	Pandi	San Cayetano	Tena	Viani
Bojaca	Fomeque	Guaduas	La Peña	Paratebueno	San Juan De Rioseco	Tibacuy	Villagomez
Cabrera	Fuquene	Guasca	Lenguazaque	Pasca	Sasaima	Tocaima	Villapinzon
Cachipay	Gachala	Guataqui	Manta	Puli	Sesquile	Topaipi	Villeta
Caparrapi	Gachancipa	Guatavita	Nariño	Quebradanegra	Sibate	Ubala	Viota
Chaguani	Gacheta	Guayabal De Siquima	Nilo	Quetame	Soacha	Ubaque	Yacopi
							Zipacon

Municipios que no cumplen con ninguna condición	
Carmen De Carupa	Ubate

No Disponible	
Chia	Suesca
Cogua	Tausa
Cota	Tenjo
Funza	Tocancipa

Fuente: DNP (2011)

3 RECOMENDACIONES

- Cundinamarca debería adoptar en el mediano plazo el modelo de estimación de índices de riesgo de Bogotá, lo que permitiría comparabilidad y convergencia en los métodos de medición y, eventualmente, nivelación de la gestión del riesgo por lo alto. Este es un ejercicio importante y de impacto positivo, pero costoso.
- Los mapas de vulnerabilidad institucional que se presentan en este trabajo son de carácter preliminar por la escasez de información, y deben cruzarse con los de otros tipos de vulnerabilidad para hacer un primer ejercicio de identificación de prioridades de fortalecimiento institucional, tanto genérica como específica a la gestión de riesgos de desastre. El estado central debe apoyar el fortalecimiento institucional por los incentivos locales a subinvertir en capacidades institucionales locales. La coordinación con otras entidades del nivel central (MADS, SNGRD, etc.) es importante para adoptar una visión compartida del riesgo en el territorio.

Con el resultado anterior, se propone hacer talleres por Provincia para identificar amenazas, evaluar capacidades y examinar la utilidad de los índices.

Apéndice.

Tabla 7. Variables no disponibles

PRE		POST		
Eje	Variable	Eje	Variable	Fuente
Existe un plan para afrontar el evento?	Inversión per cápita en ejecución del Plan de Desarrollo Generación de estudios y caracterización de las diferentes amenazas	Liquidez para reaccionar ante un evento.	Liquidez municipal per cápita	DNP-Cuentas Fiscales, desempeño fiscal municipal
Normativa	Marco regulatorio para atención del evento			
Aseguramiento	Producción asegurada o hectáreas cosechadas aseguradas			
	Edificaciones urbanas aseguradas			
Infraestructura	Déficit cualitativo de vivienda a partir del índice de Necesidades Básicas Insatisfechas			
Adecuación	Recursos Fondo de adaptación a nivel municipal			
	Recursos Colombia Humanitaria			

Tabla 8. Restricciones información

CAPACIDAD DE REACCIÓN			
Indicador	Descripción	Año	Fuente
Viviendas inadecuadas	Este indicador expresa las características físicas de viviendas consideradas impropias para el alojamiento humano. Se clasifican en esta situación separadamente las viviendas de las cabeceras municipales y las del resto	2011	DANE
Viviendas con hacinamiento crítico	Con este indicador se busca captar los niveles críticos de ocupación de los recursos de la vivienda por el grupo que la habita. Se consideran en esta situación las viviendas con más de tres personas por cuarto (excluyendo cocina, baño y garaje).	2011	DANE
Viviendas con servicios inadecuados	Este indicador expresa en forma más directa el no acceso a condiciones vitales y sanitarias mínimas. Se distingue, igualmente, la condición de las cabeceras y las del resto. En cabeceras, comprende las viviendas sin sanitario o que careciendo de acueducto se provean de agua en río, nacimiento, carrotanque o de la lluvia. En el resto, dadas las condiciones del medio rural, se incluyen las viviendas que carezcan de sanitario y acueducto y que se aprovisionen de agua en río, nacimiento o de la lluvia.	2011	DANE
CAPACIDAD DE REACCIÓN			
Indicador	Descripción	Año	Fuente
Liquidez para reaccionar ante un evento	Este indicador tiene en cuenta las cuentas fiscales de los municipios: Ingresos fiscales (Ingresos Tributarios, Ingresos no Tributarios, Transferencias Totales, Regalías. Otros) y Gastos fiscales (Gastos Corrientes, Inversión)	2011-2012	DNP
Rankig Fiscal	Este indicador se obtiene de la evaluación del desempeño fiscal municipal.	2011-2013	DNP

REFERENCIAS

Acemoglu, D. 2005. "Politics and Economics in Weak and Strong States", *Journal of Monetary Economics*, 52, 1199-1226.

Acemoglu, D., García-Jimeno, C., & Robinson, J. A. 2013. *State Capacity and Economic Development: A Network Approach*. MIT: Working Paper.

Acemoglu, D., & Robinson, J. 2012. *Why nations fail: the origins of power, prosperity, and poverty*. Random House Digital, Inc.

Ballesteros, M. M 2012. *Assessment of vulnerability to natural hazards at subnational level: provincial estimates for the Philippines*. Phillipine Institute for Development Studies, Policy Notes.

Barrett, C. B. 2013. *Poverty Traps, Resilience and Resource Dynamics Among the Extreme Rural Poor*. Seminario en la Universidad James Cook (Australia). Julio 4. Disponible en: http://aem.cornell.edu/faculty_sites/cbb2/presentations.htm

Birkmann, J. (Ed.). 2006. *Measuring vulnerability to natural hazards: towards disaster resilient societies*. New York, NY: United Nations University.

Cardona, O. D. 2005. *Indicadores de Riesgos de desastre y gestión de riesgos*. Informe resumido. Banco Interamericano de Desarrollo, Departamento de Desarrollo Sostenible. División de Medio Ambiente, Washington D.C.

DNP 2011. *Desempeño fiscal de los departamentos y municipios 2011*. Informe del Departamento Nacional de Planeación

Greif, A. 1994. "Cultural Beliefs and the Organization of Society: A Historical and Theoretical Reflection on Collectivist and Individualist Societies," *Journal of Political Economy* 102: 912-50.

Lassa, J. A. (2011). *Institutional Vulnerability and Governance of Disaster Risk Reduction: Macro, Meso and Micro Scale Assessment*. PHD Dissertation University of Bonn, Germany.

North, D. C. 1990. *Institutions, Institutional Change, and Economic Performance*. New York: Cambridge University Press.

PNUD. 2012. *Cambio Climático en Colombia: Estimación de las inversiones necesarias para enfrentarlo*. Disponible en: <http://www.undpcc.org/es/colombia>

PRICC. 2011. *Taller de integración de los sistemas de alertas tempranas hidrometeorológicas del IDEAM, Corporaciones Autónomas Regionales y Sectores Productivos*. Bogotá.

Regional Policy Dialog on Water and Climate Change Adaptation in the Americas (rpd), 2012. "Water and Climate Change Adaptation in the Americas; Solutions from the Regional Policy Dialog (rpd)".

Soto, A. 2012. "Cambio climático en Colombia: hacia un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones en carbono." Bogotá. D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Vincent, K. 2004. *Creating an index of social vulnerability to climate change for África*. Tyndall Center Working Paper No 56.

Yamin, L. E., Ghesquiere, F., Cardona, O. D., & Ordaz, M. G. 2013. *Modelación probabilística para la gestión del riesgo de desastre. El caso de Bogotá, Colombia*. Bogotá, Colombia.

IV. DIAGNÓSTICO DEL MARCO NORMATIVO Y DE POLÍTICA DE LOS ENTES TERRITORIALES DE LA REGIÓN CAPITAL EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO

CIDER, Universidad de los Andes

1. RESUMEN

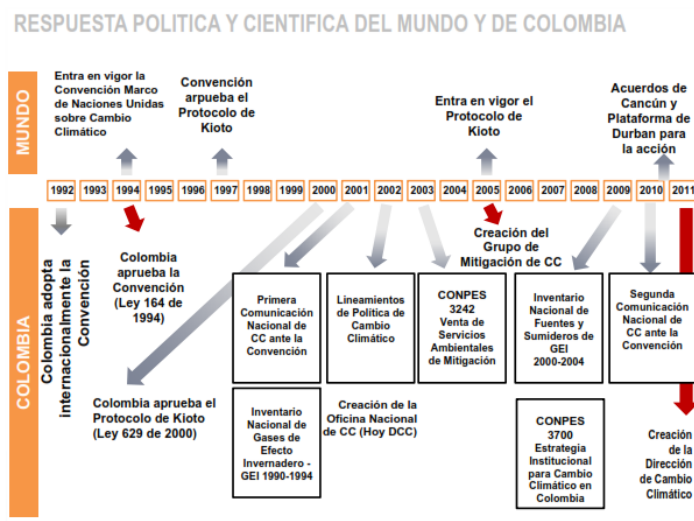
La sección 2 registra, la normativa de alto nivel (internacional, nacional y de la Región Capital). La sección 3 registra, una muestra de ordenanzas y decretos (para Cundinamarca) y decretos (para Bogotá) en diversos asuntos relacionados con el cambio climático y el ordenamiento del territorio. La sección 4 presenta elementos conceptuales para evaluar la potencia de las normas presentadas en las secciones 2 y 3 bajo la óptica de la economía geográfica, la economía institucional, y la gobernanza y el presupuesto, las analiza sumariamente, las juzga y hace recomendaciones preliminares para los municipios más pobres de la Región Capital, y para la gestión de riesgo climático en municipios donde predominan las trampas de pobreza. La sección 5 presenta un avance sobre riesgos y amenazas en el departamento de Cundinamarca, que se amplía en el siguiente capítulo.

El primer hallazgo de este análisis es que las normas adoptadas en el Distrito y a través del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres tienen fondos y funcionalidad para emprender intervenciones eficaces en adaptación, en principio; mientras que las normas adoptadas en el Sisclima para cumplir con los compromisos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero no tienen fondos, ni están acompañadas de capacidades analíticas o de diseño; tienen responsabilidades diluidas entre varias entidades, y pasan por procesos de consulta excesivos en costos de transacción para llegar a consensos. Cundinamarca, por otra parte tiene planes de gestión de riesgo y adaptación, pero muy pocos fondos. Por formación en economía institucional y finanzas públicas, y experiencia en formulación de políticas públicas en todos los sectores económicos en Colombia y otros países de América Latina, los autores enfatizan la prioridad de líneas de acción financiadas sobre los instrumentos de comando y control, innumerables, redundantes y sin efectos reales. Es infructuoso fundar las expectativas de impacto en cambio climático con base en lo que esté codificado.

2 IDENTIFICACIÓN DE NORMATIVA Y POLÍTICAS DE ALTO NIVEL PARA CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA Y EN LA REGIÓN CAPITAL

El Gráfico 1 ilustra la evolución de las medidas internacionales sobre cambio climático y las medidas correspondientes tomadas en Colombia a nivel nacional desde el sector ambiental.

GRÁFICO 1. EVOLUCIÓN DE MEDIDAS EN CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS ÚLTIMOS 20 AÑOS



Fuente: Soto (2012)

Los protocolos y acuerdos marco *internacionales* para cambio climático que Colombia ha suscrito incluyen: la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC); y el protocolo de Kyoto. A un nivel de implementación y desarrollo de los anteriores acuerdos marco internacionales, aparecen los Acuerdos de Cancún y Plataforma de Durban para la acción reforzada.

- CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO (CMNUCC).** El texto definitivo de la CMNUCC fue aprobado en mayo de 1992. Establece una estructura general para los esfuerzos intergubernamentales encaminados a resolver el desafío del cambio climático. Al día de hoy 192 países han ratificado la Convención. En virtud del Convenio, los gobiernos recogen y comparten la información sobre las emisiones de gases de efecto invernadero, las políticas nacionales y las prácticas óptimas; ponen en marcha estrategias nacionales para abordar el problema de las emisiones de gases de efecto invernadero y adaptarse a los efectos previstos, incluida la prestación de apoyo financiero y tecnológico a los países en desarrollo; y cooperan para prepararse y adaptarse a los efectos del cambio climático. Trabaja conjuntamente con el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), considerando los nuevos avances científicos y evaluando la reducción de emisiones de cada país. En ella participan todos los estados miembros, o parte, como también organizaciones de la sociedad civil y la prensa.
- PROTOCOLO DE KYOTO.** El protocolo fue inicialmente adoptado el 11 de diciembre de 1997 en Kioto, Japón, pero no entró en vigor hasta el 16 de febrero de 2005. Ratificado por la ley 629 del 2000. El Protocolo de Kyoto de 1997 tiene los mismos objetivos, principios e instituciones de la CMNUCC, pero refuerza ésta de manera significativa ya que a través de él las Partes incluidas en el anexo I se comprometen a lograr objetivos individuales y jurídicamente vinculantes para

limitar o reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero. Sólo las Partes a la Convención que sean también Partes al Protocolo (es decir, que lo ratifiquen, acepten, aprueben o adhieran a él) se ven obligadas por los compromisos del Protocolo. Los objetivos individuales para las Partes incluidas en el anexo I se enumeran en el anexo B del Protocolo de Kyoto. Entre todos suman un total de recorte de las emisiones de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre) de al menos el 5% con respecto a los niveles de 1990 en el periodo de compromiso de 2008 - 2012. El Protocolo establece tres mecanismos de flexibilidad para la disminución de emisiones dentro de los cuales se encuentran: El comercio internacional de emisiones, el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y el Mecanismo de aplicación conjunta. En noviembre de 2009, eran 187 estados los que ratificaron el protocolo. EE. UU., mayor emisor de gases de invernadero mundial, no ha ratificado el Protocolo.

Los dos anteriores protocolos y acuerdos marco se han desarrollado en reuniones que establecer cronogramas y mejorar el sistema de medición y reportes de la reducción de emisiones, en Cancún y Durban, respectivamente:

- **ACUERDOS DE CANCÚN.** Los Acuerdos de Cancún (2010) incluyen un cronograma para que las naciones que hayan ratificado la CMUNCC examinen su progreso hacia el objetivo de mantener la subida de la temperatura media mundial por debajo de dos grados Celsius. Eso incluye un acuerdo para examinar si hace falta fortalecer ese objetivo en el futuro teniendo en cuenta los conocimientos científicos más fiables disponibles. Los acuerdos están orientados a lograr planes oficiales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Los principales objetivos de los objetivos de Cancún incluyen objetivos de mitigación, transferencia de tecnología, tecnologías limpias, financiación, adaptación, protección de bosques y fomento de la capacidad.
- **PLATAFORMA DE DURBAN PARA LA ACCIÓN REFORZADA.** En la reunión de Durban (2011) se acordó que para el año 2015 los países definirán el nivel y sus obligaciones para la reducción de emisiones; mientras tanto, se requerirá un régimen más robusto para el cumplimiento y la contabilidad. La Plataforma de Durban propone establecer una estructura de un sistema para medición, reporte y verificación (MRV) de la reducción de emisiones. Los países deberán mejorar la transparencia de sus acciones mediante informes más frecuentes, así como procesos para consulta y análisis internacionales (países en vías de desarrollo) y para la evaluación y revisión internacionales (países desarrollados). Se establece un Fondo Verde para el Clima, que canalizaría una parte importante del total anual de USD\$100 mil millones que los países desarrollados se comprometieron a movilizar hacia los países en vías de desarrollo para el año 2020. Este compromiso es incierto por la ausencia de compromisos concretos de fondeo.

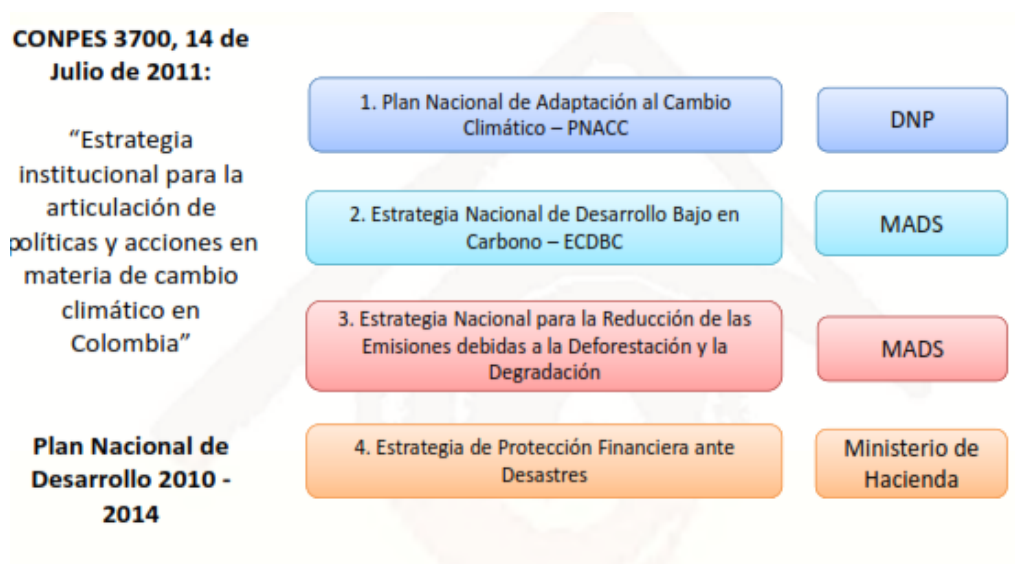
Las normas *nacionales* incluyen lineamientos y políticas incluidos en los Planes de Desarrollo, en documentos Conpes, planes de acción derivados de los Conpes, Leyes y Decretos.

- **DOCUMENTO CONPES 3242 DE 2003.** Plantea la estrategia nacional para la venta de servicios ambientales de mitigación de cambio climático, enmarcado en el Plan Nacional de Desarrollo 2003-2006. En estos programas se contempló el impulso de 8 proyectos de venta de servicios ambientales de mitigación de cambio climático que representan reducciones de emisiones de GEI valoradas en ocho millones de dólares. La estrategia: abarcó 4 aspectos: (i) definición de la

política de venta de servicios ambientales de mitigación de cambio climático; (ii) consolidación de una oferta de reducciones de emisiones verificadas; (iii) mercadeo internacional de la oferta de reducciones de emisiones verificadas; (iv) coordinación, seguimiento y evaluación de la estrategia.

- **PLAN DE DESARROLLO 2010-2014 (LEY 1450 DE 2011).** Incluye cuatro estrategias para atacar la problemática del cambio climático: (i) Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático – PNACC; (ii) la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono – ECDBC; (iii) la Estrategia Nacional para la Reducción de las Emisiones debidas a la Deforestación y la Degradación Forestal en los Países en Desarrollo y la Función de la Conservación, la Gestión Sostenible de los Bosques y el Aumento de las Reservas Forestales de Carbono en los Países en Desarrollo ENREDD y (iv) la Estrategia de Protección Financiera ante Desastres. Estas estrategias se recogen en el Documento Conpes 3700 de 2011.
- **DOCUMENTO CONPES 3700 DE 2011.** Establece la estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia. La Estrategia Institucional para la Articulación de Políticas y Acciones en Materia de cambio climático en Colombia resalta la necesidad del país de comprender y actuar frente a este fenómeno como una problemática de desarrollo económico y social. En ese sentido, busca generar espacios para que los sectores y los territorios integren dicha problemática dentro de sus procesos de planificación, articular a todos los actores para hacer un uso adecuado de los recursos, disminuir la exposición y sensibilidad al riesgo, aumentar la capacidad de respuesta y preparar al país para que se encamine hacia la senda del desarrollo sostenible, generando competitividad y eficiencia. El problema central identificado en el documento es que el país presenta una desarticulación en cuanto a políticas y acciones en materia de cambio climático, situación que afecta la capacidad para abordar la problemática de este fenómeno de forma integral, vinculando a los sectores productivos y a las autoridades territoriales, con el fin de afrontar los efectos y aprovechar las oportunidades derivadas del cambio climático. El objetivo general del documento es facilitar y fomentar la formulación e implementación de las políticas, planes, programas, incentivos, proyectos y metodologías en materia de cambio climático, logrando la inclusión de las variables climáticas como determinantes para el diseño y planificación de los proyectos de desarrollo, mediante la configuración de un esquema de articulación intersectorial. Se plantea la creación del Sistema Nacional de Cambio Climático SNCC conformado por: Secretaría Ejecutiva, Grupos Consultivos, Comisión Ejecutiva de Cambio Climático COMECC (DNP, ministros o viceministros de MADR, MGCP, MADS, MVCT, DNP, MME, MT, MRE, MPS), comité de gestión financiera, subcomisión sectorial, subcomisión territorial, subcomisión de asuntos internacionales, subcomisión transversal de producción de información y estudios de impacto de cambio climático. La COMECC estará encargada de dar lineamientos y orientar las discusiones en materia de cambio climático a nivel nacional y de garantizar la implementación y evaluación de las políticas, planes y programas nacionales con respecto al tema. En el documento se enuncian los lineamientos para la orientación del diseño y formulación de la Estrategia Institucional para la Articulación de Políticas y Acciones en Materia de Cambio Climático y sus planes de acción. Las líneas de acción y líderes se presentan en el Gráfico 2.

GRÁFICO 2. LÍNEAS Y LÍDERES DE LA ESTRATEGIA DE CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA

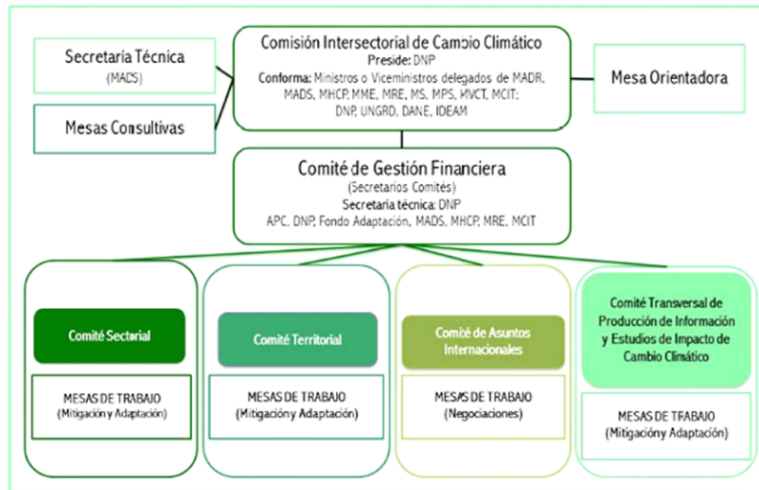


Fuente: IDEAM (2013)

- PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO PNACC 2012-2014.** Desarrollado en respuesta al Conpes 3700 de 2011. Liderado por el Departamento Nacional de Planeación DNP con el apoyo de Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, el IDEAM y la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres UNGRD, la participación activa de los sectores productivos, los territorios y la población. Su objetivo es reducir el riesgo y los impactos socioeconómicos y ecosistémicos asociados a la variabilidad y al cambio climático en Colombia. Este Plan crea el Sistema Nacional del Cambio Climático (ver Gráfico 3). Los cuatro comités tienen los objetivos mostrados en el Gráfico 4. Se crean 9 Nodos del Sisclima (Gráfico 5). El Gráfico 6 muestra las fases de trabajo del Plan.

GRÁFICO 3. ESTRUCTURA DEL SISCLIMA

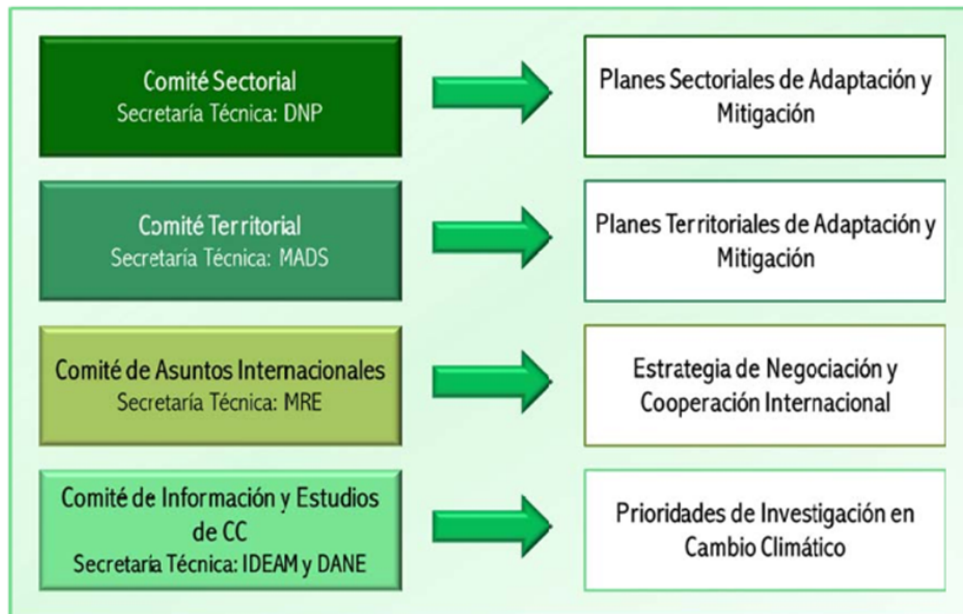
FIGURA 1. SISTEMA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO



Fuente: DNP y MADS, 2012.

GRÁFICO 4. OBJETIVOS DE LOS COMITÉS DEL SISCLIMA

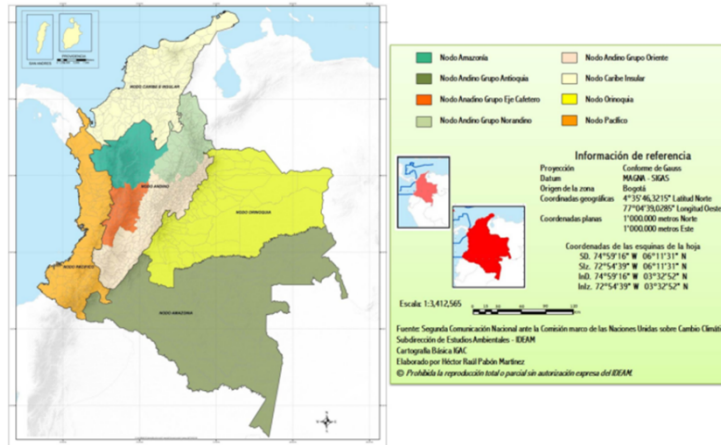
FIGURA 2. OBJETIVOS DE LOS COMITÉS



Fuente: DNP (2013)

GRAFICO 5: NODOS REGIONALES DEL SISCLIMA

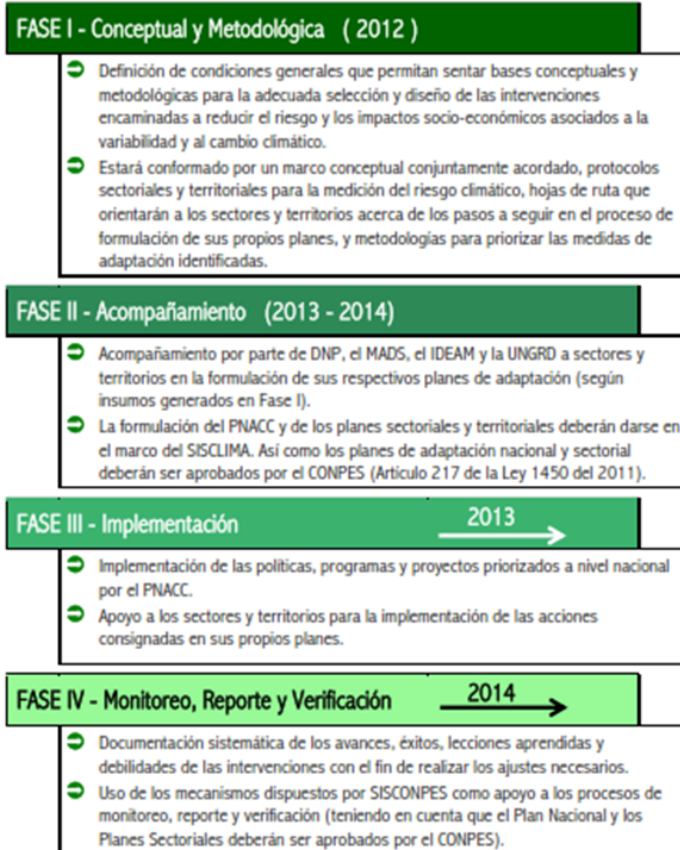
FIGURA 3. MAPAS NODOS REGIONALES DE CAMBIO CLIMÁTICO



Fuente: DNP (2013)

GRÁFICO 6. FASES DEL PNACC

FIGURA 4. CARACTERÍSTICAS DE LAS FASES DE TRABAJO DEL PNACC



Fuente: DNP (2013)

- **ESTRATEGIA COLOMBIANA DE DESARROLLO BAJO EN CARBONO ECDBC.** Es un programa de planeación del desarrollo a corto, mediano y largo plazo, liderado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) con el apoyo DNP, y los Ministerios Sectoriales de Colombia, que busca desligar el crecimiento de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) del crecimiento económico nacional. Esto se haría a través del diseño y la implementación de planes, proyectos y políticas que tiendan a la mitigación de GEI y simultáneamente, fortalezcan el crecimiento social y económico del país, dando cumplimiento a los estándares mundiales de eficiencia, competitividad y desempeño ambiental. Los sectores que participan en la ECDBC son Industria, Energía, Minería, Transporte, Vivienda, Residuos y Agricultura. La Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono, junto con el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, la Estrategia Nacional REDD+ y la Estrategia para la Protección Financiera ante Desastres, fueron las cuatro acciones priorizadas por el Plan Nacional de Desarrollo 2010 - 2014, para hacer frente al Cambio Climático. La Estrategia busca: identificar y valorar acciones que estarán encaminadas a evitar el crecimiento acelerado de las emisiones de GEI a medida que los sectores crecen; desarrollar planes de acción de mitigación en cada sector productivo del país, y crear o promover las herramientas para su implementación, incluyendo un sistema de monitoreo y reporte.
- **ESTRATEGIA NACIONAL PARA LA REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DEBIDAS A LA DEFORESTACIÓN Y LA DEGRADACIÓN FORESTAL EN LOS PAÍSES EN DESARROLLO ENREDD+.** Responde a los lineamientos del CMUNCC. Su objetivo es contribuir a reducir las emisiones de dióxido de carbono producidas por la deforestación y degradación de bosques. También debe contribuir a conservar y mejorar los servicios que prestan los bosques – selvas y al desarrollo de las comunidades que los habitan o dependen de estos. Incluye la interacción con un grupo interdisciplinario de trabajo conformado por MADS, MADR, DNP, Sector Privado, ONG's, Academia, Pueblos Indígenas, comunidades negras del pacífico, campesinos y colonos. Consulta a un grupo interdisciplinario de trabajo conformado por MADS, MADR, DNP, Sector Privado, ONG's, Academia, Pueblos Indígenas, comunidades negras del pacífico, campesinos y colonos.
- **CONTRATOS PLAN.** Son un instrumento vital para darle carácter concreto al principio de subsidiariedad para cofinanciar inversiones estratégicas de adaptación. Tiene como objeto lograr la concertación de esfuerzos estatales para la planeación integral del desarrollo territorial con visión de largo plazo, en concordancia con lo dispuesto en el artículo 339 de la Constitución Política. Se facilita a las entidades u organismos del nivel nacional y a las Corporaciones Autónomas Regionales, suscribir Contratos Plan con las entidades u organismos del nivel territorial y los esquemas asociativos Territoriales. El Contrato-Plan se materializa mediante un acuerdo de voluntades entre los diferentes niveles de gobierno. Se estructura alrededor de una visión compartida de desarrollo regional, a partir de la cual se define un eje estratégico central. Este eje funciona como articulador de las apuestas territoriales, nacionales y sectoriales identificadas como prioritarias en los planes de desarrollo respectivos. La Ley 1450 de 2011 (Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014) establece los Contratos- Plan como un instrumento fundamental en el proceso de articulación de recursos y acciones entre los distintos niveles de gobierno, que permite un acuerdo de voluntades entre la Nación y las entidades territoriales. Así mismo, la Ley 1454 de 2011 de Ordenamiento Territorial establece el Contrato-Plan como el mecanismo deseable para lograr la asociatividad territorial en torno a la ejecución asociada de

proyectos estratégicos de desarrollo territorial. El Decreto 819 de 2012 desarrolla disposiciones sobre la elaboración e implementación de Contratos Plan.

- **FONDO DE ADAPTACIÓN (DECRETO 4819 DE 2010).** El Gobierno Nacional creó el Fondo de Adaptación, entidad adscrita al Ministerio de Hacienda, como el mecanismo institucional para identificar y priorizar necesidades en la etapa de recuperación, construcción y reconstrucción del Fenómeno de la Niña 2010-2011. Es una entidad descentralizada del orden nacional, con personería jurídica, autonomía administrativa, financiera, presupuestal y patrimonio independiente. Su *misión* es atender la construcción, reconstrucción, recuperación y reactivación económica y social en las zonas afectadas por el fenómeno de la niña 2010-2011, con criterios de mitigación y prevención del riesgo. Sus *objetivos* son la recuperación, construcción y reconstrucción de las zonas afectadas por el fenómeno de La Niña 2010-2011; la mitigación y prevención de riesgos provenientes del fenómeno de La Niña 2010-2011; y la reactivación económica de sectores agrícolas, ganaderos y pecuarios afectados por la ola invernal. Sus *competencias* incluyen: Identificación, estructuración y gestión de proyectos tendientes a la recuperación, construcción y reconstrucción de las zonas afectadas por el fenómeno de La Niña. Ejecución de procesos contractuales, tendientes a la recuperación, construcción y reconstrucción de las zonas afectadas por el fenómeno de La Niña. Disposición y transferencia de recursos para la recuperación, construcción y reconstrucción de la infraestructura de transporte, de telecomunicaciones, de ambiente, de agricultura, de servicios públicos, de vivienda, de educación, de salud, de acueductos y alcantarillados, humedales, zonas inundables estratégicas, tendientes a la recuperación, construcción y reconstrucción de las zonas afectadas por el fenómeno de La Niña. Rehabilitación económica de sectores agrícolas, ganaderos y pecuarios afectados por la ola invernal. Las demás acciones que se requieran con ocasión del fenómeno de La Niña, así como para impedir definitivamente la prolongación de sus efectos tendientes a la mitigación y prevención de riesgos y a la protección en lo sucesivo de la población de las amenazas económicas, sociales y ambientales que están sucediendo como consecuencia de dicho fenómeno. Según el artículo 5 del Decreto Ley 4819 de 2010, el patrimonio del Fondo está constituido por las partidas que le asignen del presupuesto nacional, los recursos provenientes de crédito interno y externo, donaciones, los recursos de cooperación nacional e internacional, recursos provenientes del fondo nacional de calamidades, los demás recursos que obtenga o se le asignen a cualquier título.
- **COLOMBIA HUMANITARIA.** Es una subcuenta del Fondo Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres, creada en 2010 para atender la emergencia ocasionada por el fenómeno de La Niña ocurrido entre 2010 y 2011, que desbordó las capacidades del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, hoy Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres –SNGRD. Colombia Humanitaria busca proporcionar una respuesta del Estado articulada y descentralizada a partir del fortalecimiento de la capacidad institucional, donde la responsabilidad reside en los gobernantes locales con apoyo del gobierno central, y de la organización comunitaria para romper la lógica asistencialista y dinamizar procesos de ciudadanía activa y buen gobierno. Estos objetivos son implementados con cuatro enfoques transversales: enfoque de derechos, de género, territorial y ecológico. El modelo de Colombia Humanitaria apuesta a la restitución de derechos y la reducción de vulnerabilidades, dejando capacidades instaladas en la ciudadanía y sus gobernantes. Dentro de sus *competencias* están: la conformación de redes con alcaldes, gobernadores y aliados estratégicos del sector privado

(operadores), para la entrega de alimentos, reparación de viviendas y construcción de albergues; el acompañamiento a las personas damnificadas (más allá de la atención psicosocial). A través de “Común Unidad”, busca la reactivación social, económica y cultural de los damnificados (empleo de emergencia, reactivación económica, restitución de medios de subsistencia, entre otros). El monto de donaciones inicialmente recogidas ascendió a más de USD 115 millones. El Gobierno Nacional destinó un presupuesto cercano a los cinco billones y medio de pesos (USD 2.9 billones). Incluye las donaciones recibidas para la atención de la emergencia, ayuda humanitaria y rehabilitación, fases lideradas por el Fondo Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. Colombia Humanitaria busca resolver el problema de alojamiento temporal, construcción de albergues; logró el apoyo económico para arriendo con ayudas a más de 60 mil familias y la reparación de cerca de 66 mil viviendas.

- **POLÍTICA Y SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES –SNGRD (LEY 1523 DE 2012).** Esta ley define la gestión del riesgo como 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. Dentro de sus principios generales se destacan el *principio de subsidiariedad*, que reconoce la autonomía de las entidades territoriales para ejercer sus competencias. La subsidiariedad puede ser de dos tipos: la subsidiariedad negativa, cuando la autoridad territorial de rango superior se abstiene de intervenir el riesgo y su materialización en el ámbito de las autoridades de rango inferior, si estas tienen los medios para hacerlo. La subsidiariedad positiva, impone a las autoridades de rango superior, el deber de acudir en ayuda de las autoridades de rango inferior, cuando estas últimas, no tengan los medios para enfrentar el riesgo y su materialización en desastre o cuando esté en riesgo un valor, un interés o un bien jurídico protegido relevante para la autoridad superior que acude en ayuda de la entidad afectada.); el *principio de análisis y evaluación del riesgo*, que requiere el cálculo de probabilidades y pérdidas para dimensionar el tipo de intervenciones requeridas; y el uso de la lógica de la gestión de riesgo que se discutirá en la sección 3 del presente documento. Los alcaldes como jefes de la administración local representan al Sistema en el Distrito y el municipio. El alcalde, como conductor del desarrollo local, es el responsable directo de la implementación de los procesos de gestión del riesgo en el distrito o municipio, incluyendo el conocimiento y la reducción del riesgo y el manejo de desastres en el área de su jurisdicción. El parágrafo del artículo, por su parte, señala que los alcaldes y la administración deberán integrar en la planificación del desarrollo local, acciones estratégicas y prioritarias en materia de gestión del riesgo de desastres, especialmente, a través de los planes de ordenamiento territorial, de desarrollo municipal o distrital y demás instrumentos de gestión pública. *Las Corporaciones Autónomas Regionales* o las de desarrollo sostenible, como integrantes del sistema nacional de gestión del riesgo, además de las funciones establecidas por la Ley 99 de 1993 y la Ley 388 de 1997, o las que las modifiquen, apoyarán a las entidades territoriales de su jurisdicción ambiental en todos los estudios necesarios para el conocimiento y la reducción del riesgo y los integrarán a los planes de ordenamiento de cuencas, de gestión ambiental, de ordenamiento territorial y de desarrollo. Su papel es complementario y subsidiario respecto de alcaldías y gobernaciones, y estará enfocado al apoyo de las labores de gestión del riesgo que corresponden a la sostenibilidad ambiental del territorio. Se incorpora la gestión del riesgo en la inversión pública: todos los proyectos de inversión pública que tengan incidencia en el territorio, bien sea a nivel nacional, departamental, distrital o municipal, deben incorporar

apropiadamente un análisis de riesgo de desastres cuyo nivel de detalle estará definido en función de la complejidad y naturaleza del proyecto en cuestión. Este análisis deberá ser considerado desde las etapas primeras de formulación, a efectos de prevenir la generación de futuras condiciones de riesgo asociadas con la instalación y operación de proyectos de inversión pública en el territorio nacional. Los tres niveles de gobierno formularán e implementarán planes de gestión del riesgo para priorizar, programar y ejecutar acciones por parte de las entidades del sistema nacional, en el marco de los procesos de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y de manejo del desastre, como parte del ordenamiento territorial y del desarrollo, así como para realizar su seguimiento y evaluación. Se dispone que los planes de ordenamiento territorial, de manejo de cuencas hidrográficas y de planificación del desarrollo en los diferentes niveles de gobierno, deberán integrar el análisis del riesgo en el diagnóstico biofísico, económico y socio-ambiental y, considerar el riesgo de desastres como un condicionante para el uso y la ocupación del territorio, procurando de esta forma evitar la configuración de nuevas condiciones de riesgo. Los distritos, áreas metropolitanas y municipios en un plazo no mayor a un (1) año, posterior a la fecha en que se sancione la citada ley, deberán incorporar en sus respectivos planes de desarrollo y de ordenamiento territorial las consideraciones sobre desarrollo seguro y sostenible derivadas de la gestión del riesgo, y por consiguiente, los programas y proyectos prioritarios para estos fines, de conformidad con los principios consagrados en dicha ley. En particular, se incluirán las previsiones de la Ley 9ª de 1989 y de la Ley 388 de 1997, o normas que la sustituyan, tales como mecanismos para el inventario de asentamientos en riesgo, señalamiento, delimitación y tratamiento en las zonas expuestas a amenaza derivada de fenómenos naturales, socio naturales o antropogénicas no intencionales, incluidos los mecanismos de reubicación de asentamientos; la transformación del uso asignado a tales zonas para evitar reasentamientos en alto riesgo; la constitución de reservas de tierras para hacer posible tales reasentamientos y la utilización de los instrumentos jurídicos de adquisición y expropiación de inmuebles que sean necesarios para la reubicación de poblaciones en alto riesgo, entre otros. Los organismos de planificación nacionales, regionales, departamentales, distritales y municipales, seguirán las orientaciones y directrices señalados en el plan de gestión del riesgo y contemplarán las disposiciones y recomendaciones específicas sobre la materia, en especial, en lo relativo a la incorporación efectiva del riesgo de desastre como un determinante ambiental que debe ser considerado en los planes de desarrollo y de ordenamiento territorial, de tal forma que se aseguren las asignaciones y apropiaciones de fondos que sean indispensables para la ejecución de los programas y proyectos prioritarios de gestión del riesgo de desastres en cada unidad territorial. El Fondo Nacional de Calamidades creado por el Decreto 1547 de 1984 y modificado por el Decreto-ley 919 de 1989, se denominará en adelante Fondo Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y continuará funcionando como una cuenta especial de la Nación, con independencia patrimonial, administrativa, contable y estadística conforme a lo dispuesto por dicho Decreto. Los recursos del Fondo Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres estarán sujetos a las apropiaciones que para el efecto se asignen en el Presupuesto General de la Nación y estén contenidos en el Marco de Gastos de Mediano Plazo – MGMP. La Junta Directiva establecerá la distribución de estos recursos en las diferentes subcuentas de acuerdo con las prioridades que se determinen en cada uno de los procesos de la gestión del riesgo. El Gobierno Nacional a través del Ministerio de Hacienda y Crédito Público, garantizará que en todo momento el Fondo Nacional cuente con recursos suficientes que permitan asegurar el apoyo a las entidades nacionales y territoriales en sus esfuerzos de conocimiento del riesgo, prevención, mitigación, respuesta y recuperación,

entiéndase: rehabilitación y reconstrucción y con reservas suficientes de disponibilidad inmediata para hacer frente a situaciones de desastre. Se crean las siguientes *subcuentas* del Fondo Nacional, así: 1. Subcuenta de Conocimiento del Riesgo. 2. Subcuenta de Reducción del Riesgo. 3. Subcuenta de Manejo de Desastres. 4. Subcuenta de Recuperación. 5. Subcuenta para la Protección Financiera.

- **DECRETO LEY 0019 DE 2012.** El artículo 189 del Decreto 019 de 2012 señala que con el fin de promover medidas para la sostenibilidad ambiental del territorio, sólo procederá la revisión de los contenidos de mediano y largo plazo del plan de ordenamiento territorial o la expedición del nuevo plan de ordenamiento territorial cuando se garantice la delimitación y zonificación de las áreas de amenaza y la delimitación y zonificación de las áreas con condiciones de riesgo, además de la determinación de las medidas específicas para su mitigación, la cual deberá incluirse en la cartografía correspondiente. El Gobierno Nacional reglamentará las condiciones y escalas de detalle teniendo en cuenta la denominación de los planes de ordenamiento territorial establecida en el artículo 9° de la Ley 388 de 1997.
- **LEY 1551 DE 2012.** El numeral 9° del artículo 3° de la Ley 1551 dispone que corresponde a los municipios formular y adoptar los planes de ordenamiento territorial, reglamentando de manera específica los usos del suelo en las áreas urbanas, de expansión y rurales, de acuerdo con las leyes y teniendo en cuenta los instrumentos definidos por la UPRA para el ordenamiento y el uso eficiente del suelo rural. Les corresponde, además, optimizar los usos de las tierras disponibles y coordinar los planes sectoriales en armonía con las políticas nacionales y los planes departamentales y metropolitanos. Los Planes de Ordenamiento Territorial serán presentados para revisión ante el Concejo Municipal o Distrital cada 12 años.

Las normas emitidas a *nivel territorial* provienen de los Planes de Desarrollo de la Gobernación de Cundinamarca y de la Alcaldía de Bogotá.

- **PLAN DE DESARROLLO CUNDINAMARCA 2012 – 2016 “CUNDINAMARCA CALIDAD DE VIDA” (ORDENANZA 128 DE 2012).** El enfoque del Plan (reflejado en las asignaciones presupuestales) es el capital humano (priorización para familias y personas en situación de pobreza extrema; búsqueda de seguridad alimentaria y nutricional; se enfatiza que el activo más importante de Cundinamarca es su gente, y por ello se dará atención esencial y prioritaria a la primera infancia, infancia y adolescencia). El total de inversiones del departamento durante 2012-2016 será de \$ 7.500.498 millones, de los que \$2.632.151 provienen del SGP. **El dinero disponible para para gestión del riesgo y adaptación al cambio y variabilidad climática es \$23.447 millones** (0.3% del total del presupuesto de la Gobernación de Cundinamarca para 2012-2016). Por tanto, hay un contraste entre la disponibilidad de fondos y la diversidad y rango de tareas que se mencionan en el Plan en este tema. Se plantea que Cundinamarca será el primer departamento en medir la huella de carbono y reducirla –1 millón de árboles sembrados – Manejo Integral de residuos sólidos en cuatro provincias. Se plantea consolidar corredores ambientales mediante la ampliación de las áreas estratégicas como los páramos de Guerrero, Chingaza y Sumapaz, entre otros, para la conservación, protección y sostenibilidad de ecosistemas y provisión del recurso hídrico. Se plantea mantener, restaurar, rehabilitar y/o proteger las áreas de interés hídrico mediante la implementación de acciones enmarcadas en los POMCAS. (Ríos: Bogotá, Magdalena, Suárez, Minero, Blanco y Sumapaz, entre otros). Se plantea consolidar un Sistema Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres, articulado a subsistemas municipales de prevención de

desastres, incrementaremos habilidades y capacidades en las comunidades. La adaptación al cambio y variabilidad climática se incorpora como variable fundamental de los procesos de revisión general de los Planes de Ordenamiento Territorial y como variable clave del Modelo de Ocupación Territorial. Garantizar el derecho al ambiente sano con calidad de vida para la población cundinamarquesa, preservando la oferta de bienes ambientales para asegurar la prestación de servicios derivados de los mismos, con especial énfasis en las áreas de interés hídrico, la reducción y compensación de emisiones de gases efecto invernadero, reducción de la huella de carbono, Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL), investigación científica y tecnológica aplicada a la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, entre otras, para lo cual se incorporarán principios de apropiación, educación ambiental, identidad cultural, responsabilidad y sensibilización, promoviendo la participación ciudadana y su interacción con las instituciones en la gestión ambiental. garantizar disponibilidad del recurso hídrico, con la conservación de 31.000 hectáreas ubicadas en zonas de importancia estratégica en las Eco Regiones. El Plan tiene como meta reducir y compensar 10.000 toneladas de CO₂ de la huella de carbono del Departamento en el cuatrienio, mediante la implementación de la estrategia Cundinamarca Neutra. El programa de Bienes y Servicios Ambientales promueve el aseguramiento de la sostenibilidad ambiental del Territorio mediante procesos de conservación y manejo de ecosistemas estratégicos, protección y aseguramiento del recurso hídrico, compensación de las emisiones de gases efecto invernadero, cultura de respeto por el ambiente y valoración de bienes y servicios ambientales, para promover una "Cundinamarca Neutra". Se fortalecerán las capacidades de las administraciones municipales y regionales para integrar el cambio climático y la Gestión del Riesgo en la planeación territorial e intervenciones en procesos a nivel social, económico y ambiental; se reducirán las vulnerabilidades de la población y del territorio frente a los efectos del cambio, la variabilidad climática y la gestión del riesgo; se desarrollarán capacidades de investigación y análisis de riesgo, al igual que el fortalecimiento a la capacidad de respuesta en el Departamento, y se fortalecerá la capacidad de la Red Pública Hospitalaria Departamental para responder a estas afectaciones implementando Planes Hospitalarios de Emergencias. Se fortalecerán las capacidades de las instituciones municipales y regionales para la gestión del cambio climático en la planificación y ordenamiento territorial a través de:

1. Orientación de políticas y acciones subregionales y locales para la disminución de impactos del cambio climático.
2. Definición de escenarios de cambio y variabilidad climática.
3. Análisis de vulnerabilidad en las principales actividades del desarrollo local y regional, a partir del perfil climático y el inventario de gases de efecto invernadero. Reducir las vulnerabilidades de la población y del territorio frente a los efectos del cambio y variabilidad climática a través de:

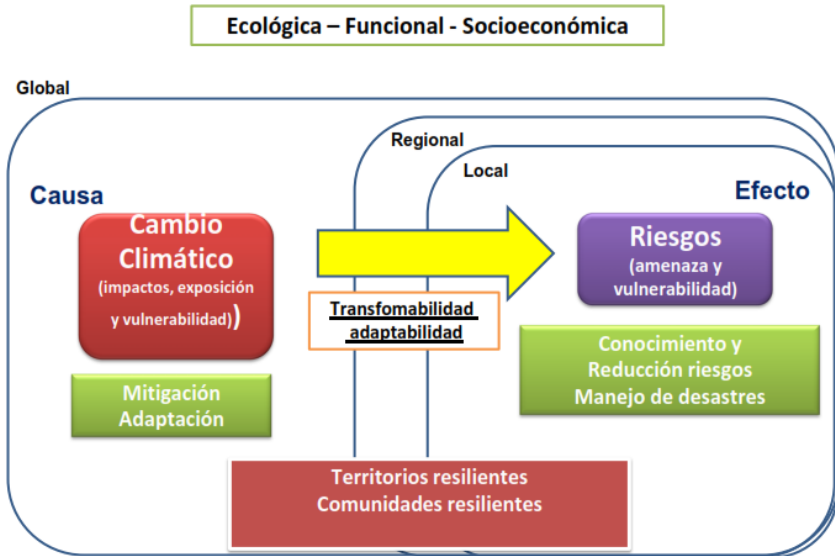
1. Acciones de adaptación y mitigación al cambio climático.
2. Investigación, sensibilización y formación
3. Definición de acciones de desarrollo bajo en carbono y eficiencia energética en el nivel departamental y local, para la construcción de un desarrollo resiliente de la región.
4. Producción sostenible y protección de ecosistemas estratégicos. Integrar en la Planificación del Desarrollo Departamental, acciones estratégicas y prioritarias en materia de gestión del riesgo. Desarrollar capacidades de investigación, análisis y manejo del riesgo. Se propone contribuir al mejoramiento de la calidad de vida preferiblemente en los municipios con altos índices de población vulnerable, priorizando proyectos de inversión en agua potable, saneamiento básico y fortalecimiento institucional, con criterios de equidad. Priorizar, estructurar y viabilizar proyectos con base en la formulación y ejecución de planes maestros de acueducto y alcantarillado. Contribuir a mejorar las condiciones de habitabilidad en las zonas rurales con la ejecución de proyectos de saneamiento básico. Contribuir al saneamiento del río Bogotá priorizando

inversiones para la ejecución de proyectos estratégicos en términos de redes, emisarios, interceptores y PTAR. Desde el punto de vista organizacional, se propone desarrollar alianzas público-privadas para adecuación y/o adquisición de zonas que faciliten manejo de excedentes y reservorios de aguas en temporada invernal y época de sequía; el diseño y puesta en marcha del Sistema Departamental de Gestión de Riesgos de Desastre; el acompañamiento y asistencia técnica en la formulación y desarrollo de planes provinciales, municipales y comunitarios de Gestión de Riesgos; la concertación de estrategias y planes de inversión en el contexto de la Gestión Integral del Riesgo y de la mitigación y adaptación al cambio y variabilidad climática con las entidades departamentales y de la región. Consolidar la plataforma de gestión interinstitucional de cambio climático en la Región Capital, definiendo los arreglos institucionales, financieros y sociales, articulados al plan nacional de adaptación al cambio climático. Articulación e implementación de la estrategia regional de Educación, Comunicación y Sensibilización de público. Y apoyar la implementación de 2 proyectos en el marco del Plan Regional Integral de Cambio Climático (PRICC), durante el período de gobierno.

- **PLAN DE DESARROLLO DISTRITAL “BOGOTÁ HUMANA 2012-2016” (ACUERDO 489 DE 2012).** El programa *Un territorio que enfrenta el cambio climático y se ordena alrededor del agua* busca definir líneas estratégicas de acción y portafolios de proyectos de mitigación y adaptación frente a la variabilidad y el cambio climático hacia la reducción de la vulnerabilidad ecosistémica e hídrica del Distrito Capital y su entorno regional. Implica la creación de espacios interinstitucionales que en su funcionamiento adopten decisiones soportadas en sistemas de información y monitoreo a partir de proyectos piloto de carácter regional y estudios actualizados en torno a: escenarios y variabilidad climática, estado y vulnerabilidad del recurso hídrico y de los ecosistemas, estimaciones de gases efecto invernadero, estrategias de educación, comunicación y sensibilización de actores sociales e institucionales y conocimiento integrado del riesgo regional. En este contexto, el Distrito impulsará la consolidación de estrategias regionales orientadas a garantizar la sostenibilidad de servicios ambientales y la gobernanza del agua, prioritariamente en los Cerros orientales y páramos de Sumapaz, Guerrero, Chingaza y Guacheneque. Los proyectos prioritarios de este programa son: Planificación territorial para la adaptación y la mitigación frente al cambio climático; páramos y biodiversidad; disminución de emisiones de CO₂. Se plantea un *Programa de Gestión Integral de Riesgos*. Está dirigido a la reducción de la vulnerabilidad ciudadana y del territorio frente a situaciones de emergencia y cambio climático. Se orienta hacia la prevención de riesgos, mediante la intervención integral del territorio en riesgo inminente, el fortalecimiento de las capacidades de las comunidades para reducir su vulnerabilidad e incrementar su resiliencia y el fortalecimiento de las entidades en la gestión del riesgo. Pretende consolidar un sistema distrital de gestión del riesgo en el que se integren los diferentes sectores y se fortalezca la estrategia financiera y la gestión local del riesgo mediante de procesos de participación ciudadana, para avanzar en el conocimiento de los fenómenos que determinan el riesgo. Se realizarán intervenciones integrales preventivas y correctivas en zonas de ladera y quebradas, como obras de mitigación y reasentamiento de familias ubicadas en zonas de alto riesgo no mitigable. Se integrará un centro único de emergencias con el cuerpo oficial de bomberos modernizado, con cuerpos de voluntarios integrados al sistema, y con sistemas integrados de información y comunicación eficientes. Los proyectos prioritarios de este programa son: Territorios menos vulnerables frente a riesgos y cambio climático con acciones integrales; Poblaciones resilientes frente a riesgos y cambio climático; Fortalecimiento del sistema distrital de gestión del riesgo; y Gestión integral de riesgos y estabilidad de terreno en

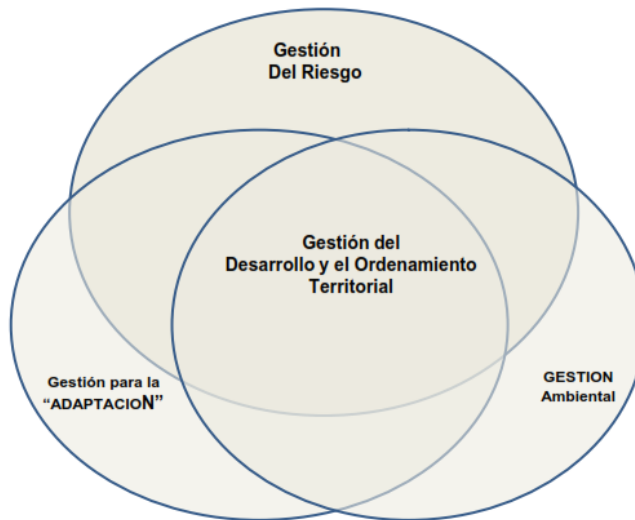
torno a la red de movilidad. El Programa *Bogotá, Territorio en la Región* busca mejorar la capacidad de la ciudad para atender problemáticas supramunicipales y reconocer y mitigar sus impactos sobre la región mediante estrategias en materia institucional y socioeconómica, con el fortalecimiento y armonización de los mecanismos de planeación, gestión y de la generación de relaciones de reciprocidad y corresponsabilidad con el entorno regional, potenciado por el manejo coordinado de los recursos de regalías. Los proyectos prioritarios de este programa son: Institucionalización de la integración regional; Trabajar en la adopción de figuras asociativas del ordenamiento territorial que permitan la coordinación con el departamento de Cundinamarca y otros departamentos y con los municipios vecinos. Se evaluarán y seleccionarán de manera concertada las ventajas y desventajas de la región de planeación y gestión o de la región administrativa y de planeación especial y se partirá de acciones voluntarias de coordinación, convenios interadministrativos o contratos-plan y o tras figuras de asociación como un proceso de aprendizaje, construcción de confianza y avance hacia la implementación de un área Metropolitana con los municipios interesados; Coordinación del desarrollo regional, que propone establecer unos acuerdos mínimos para la definición compartida de políticas y decisiones en materia de usos del suelo, provisión de agua, infraestructura de transporte e instrumentos de financiación territorial, con el fin de lograr mejores condiciones de protección ambiental y una distribución equilibrada de actividades humanas y económicas en el territorio; y cooperación regional, que se propone generar las condiciones requeridas para realizar un intercambio horizontal de conocimientos y experiencias, el cual permita a los diferentes entes que conforman la región, fortalecer las capacidades de gestión pública contribuyendo así al cierre de brechas en materia de gestión y fortalecimiento institucional. El total del Plan de Desarrollo asciende a USD 9.030 millones. **Para la recuperación de los espacios del agua, el Plan de Desarrollo asigna USD 307 millones; para la gestión integral de riesgos, asigna USD 514 millones; para la estrategia territorial frente al cambio climático, USD 17 millones. Estos fondos (USD 838 millones) equivalen al 9.4% de todo el presupuesto distrital.** Estos recursos se administran a través del Fondo de Atención y Prevención de Desastres (FOPAE, 2013). El modelo de ordenamiento y desarrollo sostenible planteado se ilustra en el Gráfico 7. La interacción entre determinantes y procesos para el desarrollo y ordenamiento territorial de Bogotá se muestra en el Gráfico 8.

GRÁFICO 7. MODELO DE ORDENAMIENTO Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE BOGOTÁ



Fuente: FOPAE (2013)

GRÁFICO 8. INTERACCIÓN ENTRE DETERMINANTES Y PROCESOS PARA EL DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE BOGOTÁ



Fuente: FOPAE (2013)

3 DECRETOS DE BOGOTÁ, Y ORDENANZAS Y DECRETOS EN CUNDINAMARCA SOBRE GESTIÓN EN CAMBIO CLIMÁTICO Y TEMAS RELACIONADOS

A continuación se registra una colección de ordenanzas y decretos de Cundinamarca, decretos de Bogotá que se relacionan con el cambio climático, el ambiente y la gestión territorial, con énfasis en los años más recientes.

BOGOTÁ

DECRETO 364 DE 2013. ESTRUCTURA ECOLÓGICA PRINCIPAL, ÁREAS PROTEGIDAS Y SISTEMA HÍDRICO.

“Por el cual se modifican excepcionalmente las normas urbanísticas del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D. C., adoptado mediante Decreto Distrital 619 de 2000, revisado por el Decreto Distrital 469 de 2003 y compilado por el Decreto Distrital 190 de 2004.” Este Decreto toca numerosos temas ambientales, hídricos, de gestión de cuencas, y cambio climático y define el concepto de Estructura Ecológica Principal y determina sus componentes.

Artículo 17: LA ESTRUCTURA ECOLÓGICA PRINCIPAL consiste en un sistema de áreas con valores ambientales presentes en el espacio construido y no construido que interconectadas dan sustento a los procesos y las funciones ecológicas esenciales y a la oferta de servicios ambientales y ecosistémicos (actuales y futuros) para el soporte de la biodiversidad y del desarrollo socio económico y cultural de las poblaciones en el territorio. El SISTEMA DISTRITAL DE ÁREAS PROTEGIDAS incluye las *Áreas protegidas del nivel nacional y regional*: 1. Parque nacional natural Sumapaz. 2. Área de reserva forestal protectora bosque oriental de Bogotá. 3. Reserva forestal regional productora del norte de Bogotá D.C. Thomas Van der Hammen. 4. Reserva forestal protectora productora de la cuenca alta del río Bogotá; las *Áreas protegidas del nivel distrital*: 1. Áreas forestales distritales. 2. Parques ecológicos distritales de humedal de Montaña. 3. Reserva Distrital de Conservación de ecosistemas. 4. Reserva campesina de producción agroecológica. 5. Reservas naturales de la sociedad civil; y *Áreas de especial importancia ecosistémica*.

Sistema hídrico: 1. Corredor ecológico regional del río Bogotá. 2. Nacimientos de agua. 3. Humedales no declarados como áreas protegidas. 4. Áreas de recarga de acuíferos. 5. Embalses. 6. Corredores ecológicos hídricos. 7. Ríos y quebradas con sus rondas hidráulica. 8. Zonas de Manejo y Preservación Ambiental. 9. Corredores ecológicos de transición rural. 10. Páramos y subpáramos no declarados como áreas protegidas

Parques especiales de protección por riesgo: 1. Parques de la red general (anteriormente parques de escala metropolitana y zonal). 2. Conectores ecológicos. 3. Cercas vivas en suelo rural. 4. Áreas de Control Ambiental. 5. Canales.

Artículo 25: hace referencia al ordenamiento del territorio rural, en el que se distinguen 6 macrounidades (1. Rural norte. 2. Cerros orientales. 3. Cuenca media y alta del río Tunjuelo. 4. Cuenca del río Blanco. 5. Cuenca del río Sumapaz. 6. Río Bogotá).

Artículo 27: se hace referencia al suelo de protección que no tiene la posibilidad de urbanizarse, 1. Elementos de la estructura ecológica distrital. 2. Suelo de protección por riesgo. 3. Áreas del relleno sanitario Doña Juana. 4. Áreas incluidas en las categorías de protección en suelo rural.

Artículos 29, 30, 31 y 32: se refiere a los determinantes ambientales de la estructura ecológica principal, los principios aplicables para su manejo, sus objetivos y su integración con las estructuras ecológicas principales regionales (río Bogotá, corredor de conservación del recurso hídrico Chingaza – páramo de Sumapaz- cerros orientales- páramo de Guerrero- páramo de Guacheneque y la conectividad con el sistema montañoso del occidente de la capital).

Artículos 33 y 34: se refiere a las cuencas hidrográficas su planificación y manejo (Río Bogotá, río Sumapaz y río Blanco).

Artículo 35: se hace referencia al plan de ordenación y manejo de la cuenca del río Bogotá según la Resolución 3194 de 2006.

Artículos 36, 37 y 38: se refiere a el Sistema Distrital de Áreas Protegidas de Bogotá que está conformado por las áreas protegidas, los programas de conservación in situ, los actores sociales e institucionales y los instrumentos de planeación, gestión y financiación de las áreas protegidas.

Artículo 60 y 61: se hace referencia al sistema hídrico y las estrategias para su conservación. Se considera al sistema hídrico como el conjunto de elementos naturales, alterados o artificiales que almacenan y conducen las aguas del ciclo hidrológico natural, lluvias y subterráneas (corredor ecológico regional del río Bogotá, nacimientos de agua, humedales no declarados como áreas protegidas, áreas de recarga de acuíferos, embalses, corredores ecológicos hídricos, ríos y quebradas con sus rondas hidráulicas y zonas de manejo y preservación ambiental).

Artículo 70: hace referencia al proyecto de adecuación hidráulica y recuperación ambiental del río Bogotá.

Artículo 94, 95: se refiere a los principios, definiciones y determinantes de la gestión de riesgos haciendo énfasis en el cambio climático. Define al cambio climático como la variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad que persiste durante un periodo prolongado.

Artículos 99 y 100: se define el Sistema Distrital de Gestión de Riesgo, se actualiza el Sistema Distrital de Prevención y Atención de Emergencias SDPAE.

Artículo 129: se refiere a que se identificarán e implementarán estrategias para el manejo, conservación y restauración de los ecosistemas asegurando que éstos continúen prestando los servicios que permiten a las personas adaptarse a los impactos del cambio climático.

Artículo 130: se dan lineamientos sobre al riesgo por desabastecimiento de agua.

Artículo 131: se dan lineamientos sobre al riesgo por islas de calor.

Artículo 132: se dan lineamientos para recuperar el proceso hidrológico natural del suelo.

Artículo 134: se dan lineamientos generales de adaptación en suelo rural.

Artículo 135: se dan lineamientos para la mitigación de gases efecto invernadero (GEI).

Artículo 136: se dan lineamientos para la mitigación de gases efecto invernadero (GEI) en el área rural.

Artículos 137, 138 y 139: se enuncian los instrumentos y mecanismos para la gestión de riesgos y la adaptación y mitigación ante el cambio climático.

Artículo 141: se refiere al plan distrital de mitigación y adaptación al cambio climático.

Artículo 142: se refiere al plan distrital de gestión de riesgos.

Artículo 143: hace referencia al PRICC Plan Regional de Cambio Climático para la Región Capital Bogotá – Cundinamarca. Como la principal fuente de información para la toma de decisiones relacionadas con la variabilidad y el cambio climático en la Región.

Artículo 144: se refiere al plan distrital de gestión del riesgo por incendios forestales.

DECRETO 607 DE 2011. POLÍTICA PARA GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD.

Esta Política tiene por objeto definir las medidas necesarias que garanticen una gestión eficiente de la conservación de la biodiversidad del Distrito Capital; para que contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida de sus pobladores y a la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados del conocimiento y uso sostenible de sus componentes, reconociendo la importancia del contexto regional. EJE UNO: Articulación efectiva de las iniciativas institucionales. EJE DOS: Conservación de la biodiversidad en el territorio. EJE TRES: Restauración de los ecosistemas degradados en el territorio. EJE CUATRO: Gestión del conocimiento y de la información para la conservación. EJE CINCO: Uso sustentable de los elementos de la biodiversidad del territorio.

DECRETO 462 DE 2008. POLÍTICA PARA EL MANEJO DEL SUELO DE PROTECCIÓN EN EL D.C.

Es un instrumento de orientación de las intervenciones de la Administración, a fin de que el Distrito Capital logre un equilibrio armónico entre el desarrollo de las actividades, las necesidades, las demandas y las dinámicas propias de los suelos urbano, de expansión urbana y rural, del suelo de protección existente en cada uno de ellos y las limitaciones y afectaciones que el mismo comprende. Es el marco de referencia de la gestión pública, que busca orientar el propósito común de hacer de los humedales una red de áreas naturales protegidas, reconocida como patrimonio natural y cultural, y articulada armónicamente con los procesos de desarrollo humano de la ciudad, el país y la humanidad. La Política tiene como visión establecer que los humedales de Bogotá son una Red de Áreas Protegidas, constituida por ecosistemas de interés y valor ecológico y ambiental por sus funciones y atributos. Representan un patrimonio natural y cultural colectivo, que se manifiesta en su aporte a la conservación de la biodiversidad mundial, la calidad de la vida, la investigación, la habitabilidad, la sostenibilidad y el disfrute.

DECRETO 624 DE 2007. POLÍTICA DE HUMEDALES DEL DISTRITO CAPITAL.

Es el marco de referencia de la gestión pública que busca orientar el propósito común de hacer de los humedales una red de áreas naturales protegidas, reconocida como patrimonio natural y cultural, y articulada armónicamente con los procesos de desarrollo humano de la ciudad, el país y la humanidad. La Política tiene como visión establecer que los humedales de Bogotá son una Red de Áreas Protegidas, constituida por ecosistemas de interés y valor ecológico y ambiental por sus funciones y atributos. Representan un patrimonio natural y cultural colectivo, que se manifiesta en su aporte a la conservación de la biodiversidad mundial, la calidad de la vida, la investigación, la habitabilidad, la sostenibilidad y el disfrute.

DECRETO 327 DE 2007. POLÍTICA PÚBLICA DISTRITAL DE RURALIDAD.

Constituye un marco para estructurar la acción institucional y construir condiciones sociales y políticas para abordar los problemas conjuntamente con la sociedad, mediante el reconocimiento de los derechos humanos integrales de la población rural. Es una herramienta de gestión que permitirá al Distrito Capital desarrollar los instrumentos necesarios para emprender el ordenamiento ambiental sostenible de su territorio, armonizando las dinámicas diferenciales que se manifiestan en el contexto urbano de una ciudad metropolitana y de una zona rural dotada de un gran patrimonio ambiental y ecológico, que le suministra productos y servicios ambientales. La Política Pública de Ruralidad del Distrito Capital busca impulsar una gestión pública armónica, técnicamente soportada y participativamente concertada, en procura de alcanzar la cohesión territorial y social, el desarrollo sostenible y la preservación de la cultura y las formas de vida campesinas, en el marco de metas de integración urbana, rural y regional,

que contribuyan a superar la baja valoración y la marginalidad del espacio rural y que lo inserten como componente estratégico de la estructura territorial del Distrito Capital.

DECRETO 190 DE 2004.

Este decreto compila las normas de los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003, que conforman el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá, D. C. El Sistema de Áreas Protegidas es el conjunto de espacios con valores singulares para el patrimonio natural del Distrito Capital, la Región o la Nación, cuya conservación resulta imprescindible para el funcionamiento de los ecosistemas, la conservación de la biodiversidad y la evolución de la cultura en el Distrito Capital, las cuales, en beneficio de todos los habitantes, se reservan y se declaran"; sus objetivos son: preservar y restaurar muestras representativas de los ecosistemas propios del territorio Distrital, restaurar los ecosistemas que brindan servicios ambientales vitales para el desarrollo sostenible, garantizar el disfrute colectivo del patrimonio natural acorde con el régimen de usos, promover la educación ambiental y fomentar la investigación científica sobre estos ecosistemas.

POLÍTICA PÚBLICA DE ECOURBANISMO Y CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE.

En construcción. Se está desarrollando mediante un trabajo interinstitucional (Secretaría Distrital de Planeación- SDP, Secretaría Distrital de Ambiente- SDA y Secretaría Distrital de Hábitat SDHt), en el marco de lo establecido en el Acuerdo 489 de 2012. Busca contar con una base conceptual y un modelo de urbanismo y construcción sostenible que sea capaz de generar alternativas políticas y técnicas, definidas desde criterios de sostenibilidad, que trasciendan a las disposiciones de los gobiernos y que se conviertan en decisiones que definan el futuro de la ciudad en términos de la calidad de vida de sus habitantes, del ambiente y en general del mejoramiento de las condiciones de su zona de influencia.

CUNDINAMARCA

La actual administración ha emitido recientemente una serie de decisiones que siguen al nivel regional las decisiones sobre gestión de riesgo de carácter obligatorio, tomadas a nivel nacional.

ORDENANZA 140 DE 2012. POR EL CUAL SE CREA, CONFORMA Y ORGANIZA EL FONDO DE GESTIÓN DE RIESGO DE CUNDINAMARCA.

Es una decisión de trámite que sigue el formato y orientaciones del SNGRD en el sentido de crear estos entes a nivel regional.

DECRETO ORDENANZA 0289 DE 2012. POR EL CUAL SE CONFORMA Y ORGANIZA EL CONSEJO DEPARTAMENTAL PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DE CUNDINAMARCA Y SE CREAN LOS COMITÉS DEPARTAMENTALES DE CONOCIMIENTO, REDUCCIÓN DEL RIESGO Y MANEJO DE DESASTRES.

Comentario similar al anterior.

DECRETO 303 DE 2012. POE EL CUAL SE ADOPTA EL PLAN DEPARTAMENTAL PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DE CUNDINAMARCA Y LA ESTRATEGIA DEPARTAMENTAL PARA LA RESPUESTA A EMERGENCIAS

Comentario similar al anterior.

DECRETO 176 DE 2012. POR EL CUAL SE CREA EL CENTRO REGULADOR DE URGENCIAS, EMERGENCIAS Y DESASTRES (CRUE) EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA.

Define las funciones de atención de emergencias y su relación con el sistema hospitalario departamental y el sistema de emergencias médicas.

DECRETO DEPARTAMENTAL 407 DE 2012. POR EL CUAL SE MODIFICA EL PRESUPUESTO DEPARTAMENTAL PARA LA VIGENCIA FISCAL 2012.

En este Decreto Departamental se adicionan \$ 4.724 mil millones para conservación de 31.00 hectáreas para conservación del recurso hídrico en zonas de importancia estratégica en las ecoregiones.

ORDENANZA 140 DE 2012. POR LA CUAL SE CREA, CONFORMA Y ORGANIZA EL FONDO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES.

ORDENANZA 110 DE 2011. POR LA CUAL SE ADOPTAN DIRECTIVAS PARA LA PROTECCIÓN DE LOS CAUCES Y ELIMINACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN EN EL TERRITORIO DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA, EN ESPECIAL DE LA CUENCA DEL RÍO BOGOTÁ Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES.

ORDENANZA 080 DE 2010. POR MEDIO DE LA CUAL SE CREAN LOS CONSEJOS PROVINCIALES AMBIENTALES CPAM Y SE ESTABLECEN SU ESTRUCTURA Y FUNCIONES.

Se crean como instancias de debate y seguimiento a la gestión ambiental en los municipios que conforman la respectiva Provincia, con una estructura colegiada y de carácter deliberativo.

4 ELEMENTOS CONCEPTUALES PARA EVALUAR LA POTENCIA DE LAS MEDIDAS PRESENTADAS EN LAS SECCIONES 2 Y 3

Esta sección presenta un marco analítico para juzgar las normas recopiladas, desde los siguientes puntos de vista: (i) la geografía económica; (ii) la economía institucional; (iii) la gobernanza y el presupuesto. Este marco se aplicará para discutir las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el alcance de los instrumentos de política para direccionar la dinámica territorial en la Región Capital?
- ¿Cuál es el alcance y potencia de los instrumentos de política para emprender acciones en el área de cambio climático y gestión del riesgo territorial?

ENSEÑANZAS DE LA ECONOMÍA GEOGRÁFICA

La organización espacial de las actividades económicas depende del balance entre fuerzas que favorecen la aglomeración de negocios y las que favorecen su dispersión (Fujita, Krugman y Venables 1999). La *aglomeración* se favorece por los encadenamientos industriales hacia adelante y hacia atrás, las economías de escala y todas las actividades que necesiten compartir conocimientos, formar expectativas y establecer relaciones humanas para resolver problemas de coordinación (“vertimientos externos de conocimiento”). Estas *economías externas* se autorrefuerzan por la proximidad física, la densidad de capital humano, la diversidad de industrias, la diversidad cultural y las economías de escala, que se encuentran en las grandes ciudades. La *dispersión* se favorece por la abundancia de factores inmóviles (tierra) y la reducción de los costos de transporte.

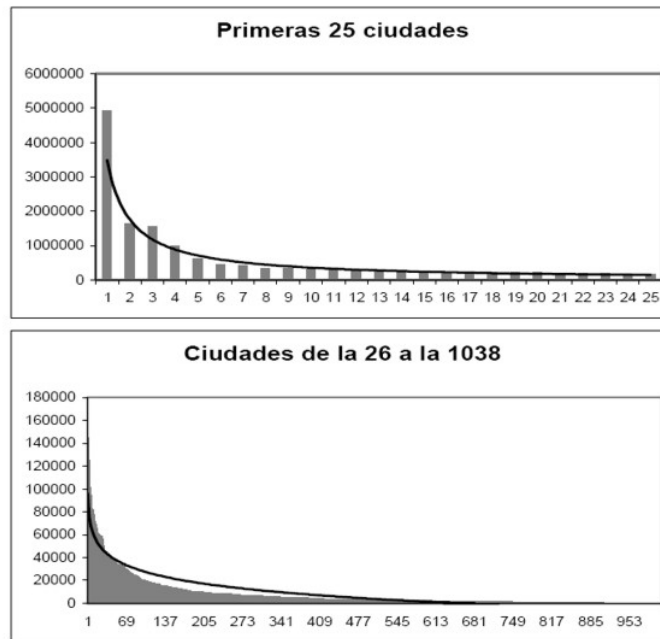
El trabajo de Fujita, Krugman y Venables incorpora parámetros externos (crecimiento de la población) y relaciona variables endógenas claves (valores de las rentas de la tierra y salarios en campo y ciudad) para discutir, entre otros asuntos, el papel de los hubs, el crecimiento de ciudades existentes y la formación de nuevas aglomeraciones urbanas. Los autores llaman la atención sobre la distribución estadística de

las ciudades en los países por tamaño. Las ciudades en todos los países siguen la distribución estadística de Zipf, caracterizada por unas pocas ciudades con la mayoría de la población, que coexisten con un número sorprendentemente alto de municipios y pequeños asentamientos con muy pocos habitantes (la distribución decae menos rápidamente que el tamaño de la población). La distribución de tamaño de ciudades de Colombia se puede observar en el Gráfico 9.

Con el resto de las variables constantes, la reducción de costos de transporte promueve la globalización, ya que muchas actividades se pueden localizar a grandes distancias de sus mercados. Por otra parte, las actividades tienden a concentrarse cerca a sus insumos y esto genera localización, especialización y regionalización de las actividades. Las economías externas moldean las interacciones entre firmas. Si una industria tiene una división del trabajo compleja o fragmentada en las industrias hacia arriba, existirán muchas transacciones entre las firmas para llegar a los productos transformados y, bajo ciertas circunstancias, será eficiente que se localicen de manera contigua, aceptando, si es del caso, mayores costos de transporte hasta el mercado.

GRÁFICO 9. LEY DE ZIPF PARA EL TAMAÑO DE LAS CIUDADES COLOMBIANAS

FIGURA 2
LEYES DE RANGO-TAMAÑO DE ZIPF PARA EL CASO COLOMBIANO



Fuente: elaboración propia con base en datos del Censo 1993 – DANE.

La Nueva Economía Geográfica reconoce varias tipologías de *clusters* (Fujita 2008, tomado de Markusen 1996): (i) los distritos Marshallianos clásicos (como los *clusters* italianos en alta costura y comestibles), conformados por firmas pequeñas donde existe necesidad de interacción y cooperación para definir estándares; (ii) los distritos conformados por unas pocas firmas grandes, en torno de las que gravitan pymes que se encadenan hacia arriba, ante todo; y (iii) *clusters* de grandes plantas que interactúan débilmente con firmas locales. En la Región Capital, los productos con demandas internacionales y domésticas crecientes se están aglomerando en la Subsabana de Bogotá. Sin embargo, una parte importante de la agroindustria podrían localizarse por fuera de la Subsabana de Bogotá.

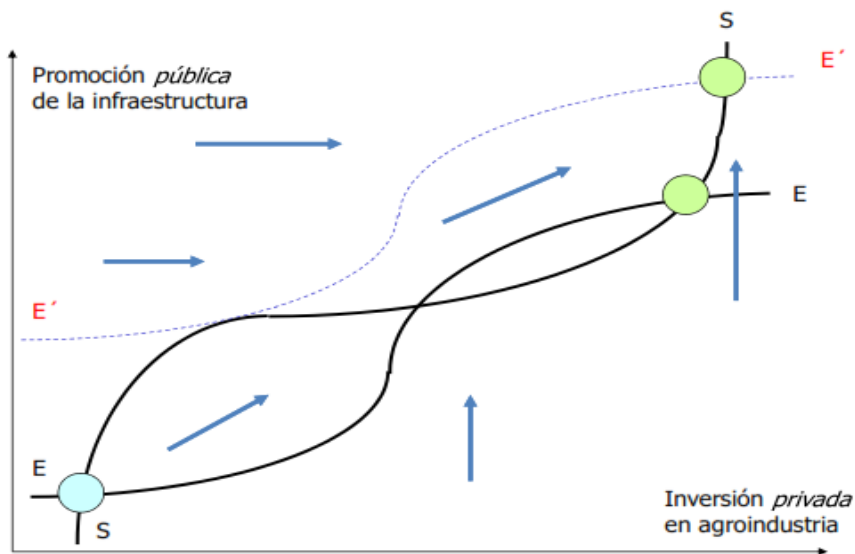
Existe una tensión entre las ventajas y desventajas de la aglomeración en la Región Capital. Por un lado, las economías de escala de Bogotá son indispensables para competir globalmente en productos de consumo masivo. Pero la eficiencia de estas economías de escala es insuficiente en el corto plazo porque

podría desaprovechar un factor abundante (mano de obra de la Región Capital, lo que generaría aún mayor crecimiento de la ciudad por inmigración), no genera capital social en las zonas más apartadas de Cundinamarca, y, por la debilidad en la regulación ambiental, traslada cargas ambientales grandes a los municipios vecinos.

La formación de capital social en las provincias de Cundinamarca por fuera de la Subsabana de Bogotá es clave en la consolidación de regiones con tradiciones violentas en algunas provincias de Cundinamarca durante el período de postconflicto. Este capital social debe estar anclado al territorio por actividades rentables económicamente. Los objetivos sociales y económicos para los municipios más pobres de Cundinamarca deben ser realistas desde la perspectiva de la economía geográfica. Sin intervenciones públicas consistentes, la aglomeración de Bogotá y su expansión hacia la Subsabana podría crear un fenómeno de concentración de riqueza y de población en la conurbación, acompañado de mayor pobreza y decrecimiento poblacional del resto de municipios de Cundinamarca.

La ausencia de infraestructura de transporte es, de lejos, el primer factor limitante del crecimiento y la incorporación de los municipios más pobres a la economía de mercado en Cundinamarca. La presencia de economías de escala en redes de transporte y nodos logísticos ligados a la multimodalidad hace que la inversión simultánea en infraestructura y en actividades privadas se convierta en un problema de coordinación. Como se mencionó, un sector clave para el futuro económico y social de Cundinamarca en el escenario de posconflicto es la agroindustria, por su relación con la generación de empleo y la ocupación del territorio. El Gráfico 10 muestra la interacción entre infraestructura pública (i.e., redes terciarias y caminos rurales a cargo de la administración departamental) y la inversión en el campo.

GRÁFICO 10. COORDINACIÓN DE INFRAESTRUCTURA TERCIARIA Y RURAL E INVERSIÓN AGROINDUSTRIAL



Fuente: adaptación de Krugman (1996)

En el Gráfico 10, la curva S-S es la mejor respuesta de un inversionista privado en agroindustria en la Región Capital ante diferentes ofertas de dotación pública, y la curva E-E es la mejor respuesta del sector

público antes diferentes expectativas de inversión en agroindustria. Las flechas indican el sentido de los incentivos conjuntos de inversión. En este contexto hay dos "equilibrios": [Poca infraestructura, poca agroindustria], [Alta infraestructura, Alta inversión en agroindustria]. Para salir de la "trampa" histórica de [Poca infraestructura, Poca agroindustria], se requiere que, mediante algún mecanismo de búsqueda de acuerdos, que las dos partes hagan un esfuerzo alto, con lo que se llega al equilibrio de la parte superior derecha del Gráfico 1. Cuando estos mecanismos no son factibles, el estado debe tomar la iniciativa de dotar de infraestructura a municipios que tengan la posibilidad de competir internacionalmente, o que produzcan masivamente para el mercado doméstico a precios competitivos.

Al abrir la economía en la Región Capital desaparecerán algunas opciones productivas viables en aislamiento, pero se abrirán posibilidades históricas para la formación de modalidades de agroindustria innovadoras y capaces de navegar en los mercados mundiales. Más generalmente, el balance entre historia y expectativas de comercio exterior hace que, con la inversión en infraestructura, puedan surgir cinco tipos de regiones:

- Espacios antes orientados a los mercados locales o domésticos, que pierden toda competitividad
- Espacios antes orientados a los mercados locales o domésticos, que pueden mantener su vocación
- Espacios antes orientados a los mercados locales o domésticos, que pueden mantener su vocación y además exportar
- Espacios en los que uno o más productos declinan, pero cuyo efecto puede contrarrestarse por la inversión en productos de exportación, y
- Espacios antes improductivos que se convierten rápidamente en exportadores como resultado de una fuerte inversión facilitada por políticas públicas.

ENSEÑANZAS DE LA ECONOMÍA INSTITUCIONAL

El diseño de políticas económicas y ambientales se caracteriza por la presencia de información asimétrica y posibilidades de compromiso limitadas. Los resultados centrales de Dixit (1996) son tan sencillos que parecen triviales: el proceso político es un juego en tiempo real en condiciones inciertas y cambiantes, con múltiples participantes (principales) que tratan de influir en las acciones el diseñador de políticas (agente.) Este proceso está restringido por la historia, los hábitos sociales, la memoria colectiva, y está lleno de sorpresas para todos. El equilibrio resultante en el juego del diseño de políticas típicamente no maximiza ninguna medida de bondad de la elección. Los intentos por identificar una política ideal o diseñar una política "verdaderamente óptima" están destinados al fracaso. No se deben esperar grandes resultados de ninguna forma organizativa en particular. Los cambios factibles pueden ser modestos.

North (1990) define las instituciones como reglas de juego o restricciones diseñadas para intermediar las interacciones humanas. Esta definición ayudó a crear el *boom* inicial sobre la importancia de las instituciones en la vida económica, pero es débil para estudiar el surgimiento y la dinámica de los diferentes arreglos que una sociedad dispone para el intercambio de ideas, bienes y servicios. Greif (1994) anota que en la definición de North, las reglas del juego son una forma especial de restricciones de comportamiento. Greif plantea, a diferencia de North, que las instituciones son *restricciones no-tecnológicas a las interacciones humanas*. El gran aporte de Greif consiste en identificar que las instituciones están compuestas por dos elementos interrelacionados. Las instituciones son tanto *organizaciones*, que aparecen en buena medida por razones endógenas, como *creencias culturales*: lo que esperan los individuos sobre el comportamiento de los demás en diferentes situaciones. Las

instituciones, si subsisten, están en algún tipo de "equilibrio." La cuestión de fondo es como llegar eventualmente a tener instituciones de alta calidad. Hay que aprender en el terreno acerca de la relación entre organizaciones y creencias, y su dinámica conjunta.

En el terreno de diseño de políticas territoriales y ambientales se tiende a equiparar a las organizaciones con las instituciones, y se cree que los instrumentos (normas, leyes) pueden dirigir la estructura espacial de las aglomeraciones urbanas. Se tiende a olvidar la cultura y los incentivos y preferencias de los individuos, y las fuerzas del mercado, traducidas a nivel espacial por medio de las economías de aglomeración y externas, la congestión y el costo de transporte. El siguiente ejemplo ayuda a entender estos aspectos.

Las ciudades tienden a crecer orgánicamente, ignorando las intenciones e instrumentos de los planificadores (Ball 2009). Al examinar el mapa de una ciudad cualquiera (salvo patologías como la parte planeada de Brasilia), se encuentran síntomas muy débiles de la regularidad que los planificadores urbanos quieren imponer al crecimiento y la forma de las ciudades. Los geógrafos Batty y Longley han aplicado los modelos aleatorios de agregación limitada por la difusión (DLA en inglés) para replicar los patrones geométricos de las ciudades. Este método genera aglomeraciones que se ramifican, de tipo fractal (estructura espacial que es similar en cualquier escala de tamaño) para calcular la *dimensión fractal* de las ciudades, que mide en esencia la "superficie" de aglomeraciones que se ramifican en todas las escalas. En teoría, las intervenciones de densificación deberían aumentar la dimensión fractal de una manera detectable. Esto no ha sucedido. Los estudios empíricos reportados por Ball (2009) muestran que Londres tenía en 1962 una dimensión fractal de 1.77. En los años 1960's, los planificadores de Londres diseñaron instrumentos de intervención para aumentar la densificación y restringir la urbanización de las áreas vecinas. Sin embargo, no hay evidencia de que estas políticas hayan tenido efecto sobre el crecimiento de la ciudad, que ha seguido expandiéndose hasta el siglo XXI siguiendo las leyes matemáticas del modelo DLA, con sólo un cambio de segundo orden hacia al alza de la dimensión fractal (se acerca a 1.80).

Se requieren más que medidas incrementales para ganarle a lo que Ball (2009: 69) llama "la física inexorable de las ciudades." El costo de las intervenciones para lograr cambios en la estructura y forma de una ciudad son inmensos (en Bogotá, requeriría infraestructura de transporte y parqueo capaz de compensar los costos del tiempo perdido por la congestión cuando se impulsa la densificación). Este tiempo perdido puede ser del orden de los miles de millones de dólares anuales en una megalópolis. La actual congestión está expulsando población de Bogotá. La política de reducir ciertos tributos para algunas actividades, o de privilegiar fiscalmente las zonas limpias de bosque *cambia el destino de los flujos migratorios entre municipios vecinos* similares que compiten por atraer población e inversiones (posiblemente contaminantes y que sobrecargan los servicios y deterioran el ambiente de estos municipios), pero *no cambia la tendencia general de aglomeración* en la Región. Al examinar la economía geográfica de la Región Capital, la causalidad de la emigración no parte de los instrumentos e incentivos municipales, sino de la congestión de Bogotá: los instrumentos que se hagan desde los municipios de la conurbación son efecto y no causa de la emigración. El Metro de Bogotá podría, en un escenario de poca innovación industrial y poca generación de valor, conducir incluso a *disminuir* la densidad de la ciudad: puedo elegir trabajar en la conurbación con un trabajo no calificado y vivir en los suburbios, más económicos.

ENSEÑANZAS DE GOBERNANZA Y PRESUPUESTO

Esta subsección es más breve porque su contenido intuitivo es más directo que en los dos casos anteriores. Cuando se tiene un esquema de decisión con muchos actores con intereses heterogéneos sin un agente que tenga el control sobre la decisión (como sucede en una corporación, cuando algún accionista tenga la mayoría simple de las acciones ordinarias), suceden dos fenómenos: (i) los costos de transacción para llegar a un acuerdo son altísimos, crecen de manera más que proporcional con el número de participantes y con la ausencia de alineamiento de intereses; (ii) los acuerdos a los que se

llega son un compromiso sin dirección clara. Por otra parte, a pesar de que haya control, si no existe capacidad institucional ni técnica, ni presupuesto, las ordenanzas departamentales y municipales serán inefectivas.

La tragedia del Conpes 2700 de 2011 es precisamente que no tiene un controlador de las decisiones porque sus instancias de consulta y decisión responden a numerosos grupos de interés diversos, y no tiene presupuesto. Esto lo hace inoperante. En el otro extremo del espectro de control sobre las decisiones sobre inversiones en cambio climático están Bogotá, la Gobernación y los municipios de Cundinamarca. Estos actores tienen control de sus decisiones. Pero, por lo planteado en el párrafo anterior, para que este control genere efectos reales (movilización de inversiones), debe ser consistente con la capacidad institucional y con el presupuesto. Bogotá tiene capacidades y presupuesto (USD 838 millones en su Plan de Desarrollo). Cundinamarca tiene una capacidad modesta, pero mejorable en el corto plazo, pero no tiene presupuesto (\$ 23,447 millones en su Plan de Desarrollo; aproximadamente \$ 2500 pesos para gestión del riesgo y adaptación al cambio climático por habitante por año). Por otra parte, la política y el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres están organizados y estructurados de manera impecable en su lógica, que lo acerca a la ingeniería y la gestión financiera del riesgo. Por su jerarquía institucional y su capacidad analítica puede lograr asignaciones bien sustentadas dentro del Marco fiscal de Mediano Plazo. Su debilidad radica en haber asignado a las CAR el papel de apoyo a la gestión del riesgo en sus jurisdicciones, que no es un punto fuerte de estas autoridades ambientales.

CONCLUSIONES PRELIMINARES

De acuerdo con los tres marcos conceptuales discutidos, se responden las preguntas planteadas al comienzo de la sección.

¿CUÁL ES EL ALCANCE DE LOS INSTRUMENTOS DE POLÍTICA PARA DIRECCIONAR LA DINÁMICA TERRITORIAL EN LA REGIÓN CAPITAL?

Muy bajo, si no se hacen de manera coordinada, rápida y profunda. Para equilibrar la fuerza gravitacional de Bogotá en el margen se deben promover aglomeraciones factibles en los municipios más pobres de Cundinamarca, con intervenciones en las áreas siguientes: (i) apoyar a la investigación agrícola, para lograr y preservar ventajas competitivas mediante la innovación y adaptar ecosistemas y especies; (ii) alinear intereses para balancear economías de escala y generación de empleo por pequeñas empresas agropecuarias; (iii) reacomodar o salir de sectores agrícolas con desventajas no remontables de productividad y localización; (iv) promover vigorosamente las empresas de exportación de productos agroindustriales de alto valor agregado; y, ante todo, (v) invertir en infraestructura para reducir los costos de transporte y aumentar la seguridad.

¿CUÁL ES EL ALCANCE Y POTENCIA DE LOS INSTRUMENTOS DE POLÍTICA PARA EMPRENDER ACCIONES EN EL ÁREA DE CAMBIO CLIMÁTICO Y GESTIÓN DEL RIESGO TERRITORIAL?

Muy altos en Bogotá, muy bajos en Cundinamarca, muy bajos para el cumplimiento de acuerdos internacionales en cambio climático, medios-altos en gestión de riesgo de desastres. Se nota un esfuerzo grande de incorporar a nivel regional normas sobre los recursos hídricos y el cambio climático. Los autores de este trabajo no conocen trabajos de evaluación de impacto de las medidas nacionales o de las ordenanzas y acuerdos en materia ambiental, hídrica, de cuidado de recursos o en cambio climático a nivel regional. Ninguna norma es necesaria ni suficiente para actuar. Cuando no se va a asignar presupuesto, ni las medidas corresponden a incentivos para que los actores privados movilicen recursos, no es útil emitir normas porque se quedan empolvadas en los anaqueles. Las normas facilitan la ejecución, si hay capacidad, voluntad política y se resuelve el problema de la ausencia de financiación,

propios medios de tal estado. Finalmente, el punto C es una trampa también, pero posiblemente no de pobreza sino de dar el salto a la creación de empresas más grandes (cambio de escala de la actividad).

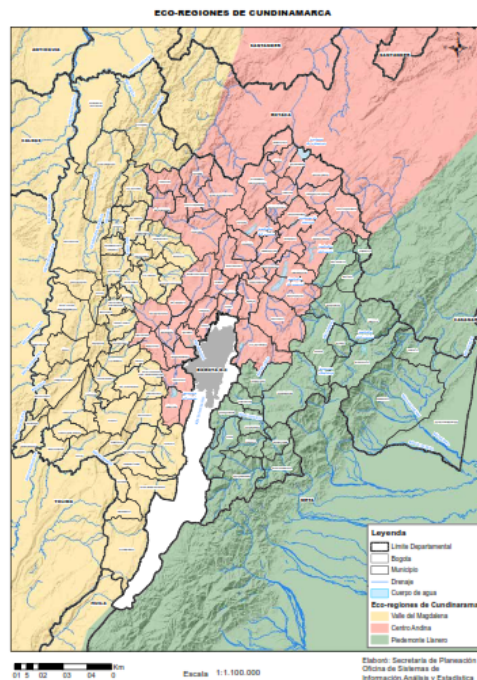
Los puntos 1 y 2 son equilibrios inestables. A la izquierda del punto 1, los hogares se mueven hacia la zona de emergencia humanitaria ante choques climáticos, empeorando su bienestar. A la derecha del punto 1 los hogares logran acumular activos y se mueven a un estado de menor riesgo. De la misma forma, por debajo del punto 2 los hogares pierden activos y se mueven hacia el sector de pobreza, mientras que hacia la izquierda los hogares pueden acumular más activos y salir de la trampa de pobreza. Si se da una ayuda de impacto positivo, pero pequeño, una persona situada en el punto 1 sólo llegará al punto B y quedará atrapado. Si esa misma ayuda se da a una persona situada en el punto B, el dinero se perderá sin impacto y tarde o temprano volverá al punto de origen.

Identificar correctamente una trampa de pobreza abre la posibilidad a la implementación de acciones puntuales que pueden causar grandes beneficios. PRICC tiene un gran campo de acción si coordina las intervenciones de cambio climático para los municipios más pobres de Cundinamarca dentro del marco de trampas de pobreza, que ha sido adoptado por la Agencia Nacional para la Superación de la Pobreza Extrema (ANSPE), y con el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Desastre.

5 ALGUNOS RIESGOS Y AMENAZAS EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA: IDENTIFICACIÓN PRELIMINAR

El Departamento de Cundinamarca está localizado estratégicamente en el centro del país, cuenta con toda la variedad de pisos térmicos, suelos con alto potencial agrológico, productivo, hídrico y paisajístico; no obstante, presenta un desarrollo desigual de sus provincias, con desequilibrios funcionales e inequidad para la población y modelos de ocupación locales contrarios a las dinámicas de integración regional y al manejo y aprovechamiento inadecuado de sus recursos naturales. Tiene tres grandes Eco-regiones (Valle del Magdalena, Centro Andina y Piedemonte Llanero), mostradas en el Gráfico 12.

GRÁFICO 12. ECO-REGIONES DE CUNDINAMARCA



Fuente: Gobernación de Cundinamarca (2012)

La administración identifica una desarticulación de instrumentos de planificación y falta de concertación de disposiciones de carácter nacional como los polígonos mineros, la declaratoria de área de reserva

forestal protectora-productora de la cuenca alta del río Bogotá (Resolución INDERENA 076 de 1977) y los macroproyectos de vivienda entre otros, conllevan a una visión sectorial, desintegrada y parcializada, con atomización de recursos y efectos negativos sobre el desarrollo integral municipal y departamental.

La ciudadanía manifiesta que hay conflictos de uso del suelo, se está ampliando la frontera agrícola, afectando las zonas de páramo soporte del recurso hídrico, así como también las zonas de ronda hídrica. Solicitan que se debe hacer revisión y ajuste del POT porque no son acordes con la realidad territorial del municipio. El suelo de vocación agrícola en Cundinamarca se está utilizando para otros fines como vivienda, clubes, condominios, y se deja de producir por las expectativas del costo del suelo, siendo más lucrativo venderlo para ser utilizado en los usos mencionados, lo que obliga a los campesinos a emigrar a los centros urbanos. Justifican la ocupación subnormal y de zonas de alto riesgo por carencia de suelos destinados a la vivienda de interés social. Los temas de riesgos y amenazas requieren ser incorporados en la planificación municipal, creando además la cultura de la prevención. P. 139

Cerca de una tercera parte de los municipios están en zona de amenaza sísmica alta y las dos terceras partes en zona de amenaza sísmica media. Los 116 municipios del departamento, en los últimos tres años se han visto expuestos a escenarios de riesgo asociados al cambio climático y a la variabilidad climática -fenómeno Niña y Niño- con situaciones de inundaciones, deslizamientos y eventos climáticos extremos como granizadas, heladas, vendavales, incendios forestales, entre otras, prolongación de los periodos secos y ocurrencia de lluvias intensas en meses inusitados, que tienen incidencia directa en el desarrollo de la región. Frente a esta situación y sus consecuencias no se cuenta con una política y con unos instrumentos para la reducción del riesgo, la intervención anticipada frente al mismo y de adaptabilidad al cambio climático. Tampoco se cuenta con el conocimiento de causas, especialmente en lo que se refiere a los actores de vulnerabilidad. Se mantiene una intervención reactiva frente al desastre y no se ha desarrollado una intervención preventiva frente al riesgo. La intervención del Departamento está limitada por la debilidad de las estructuras responsables de la atención, la ausencia de orientaciones para la reducción de riesgos, la ausencia de definiciones de responsabilidades institucionales y las propias debilidades en términos de recursos humanos, materiales y financieros por parte de la Dirección encargada del tema.

La información sobre el riesgo (amenaza, vulnerabilidad, procesos causales) existente no es suficiente para la toma adecuada de decisiones, además está dispersa entre diversas entidades, es incompleta y no está actualizada, así mismo hay un desconocimiento total sobre el fenómeno del cambio climático, no existen estudios y análisis regionales que permitan implementar estrategias de adaptación y mitigación. La intervención del Departamento sigue siendo más reactiva ante el desastre que preventiva frente al riesgo. En la planificación territorial se está empezando a tener las dimensiones de gestión del riesgo y de adaptación y mitigación al cambio climático. No existen orientaciones, políticas, ni normativas para hacerlo.

Los programas, proyectos y acciones de reducción de riesgo y adaptación al cambio climático con financiación efectiva son prácticamente inexistentes a nivel municipal y provincial. La formación y la socialización del tema son altamente insuficientes. No existe una estrategia de respuesta frente al desastre y no se cuenta con la definición clara de responsabilidades institucionales. El Sistema Departamental de gestión del riesgo está desactualizado tanto en términos de desarrollo del tema como con referencia a la nueva normativa nacional. Existe una gran desactualización en materia tecnológica y en manejo virtual de información (tanto para el análisis como para la gestión). Alta vulnerabilidad del territorio y de la población frente a los impactos del cambio climático y variabilidad climática. No se destinan los recursos adecuados para la prevención, reducción y respuesta al riesgo.

De acuerdo con lo consignado en la sección 4, una posible salida para la gestión del riesgo en los municipios pobres de Cundinamarca puede ser la alianza con ANSPE y el SNGRD en la elaboración de planes, inversión en conocimiento y diseño de vehículos de financiación complementaria en los mercados.

REFERENCIAS

- Ball, P. 2009. *Branches*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Barrett, C. B. 2013. Poverty Traps, Resilience and Resource Dynamics Among the Extreme Rural Poor. Seminario en la Universidad James Cook (Australia). Julio 4. Disponible en: http://aem.cornell.edu/faculty_sites/cbb2/presentations.htm
- Dixit, A. K. 1996. *The Making of Economic Policy*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- DNP. 2013. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. ABC: Adaptación Bases Conceptuales. Marco conceptual y lineamientos. Bogotá, D.C.
- FOPAE. 2013. Bogotá – Hacia una ciudad resiliente – Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático.
- Fujita, M. 2008. "Formation and Growth of Economic Agglomerations and Industrial Clusters: A Theoretical Framework from the Viewpoint of Spatial Economics." Capítulo 2 en Kuchiki, A. y M. Tsuji. (eds.). *The Flowchart Approach to Industrial Cluster Policy*. Hampshire, UK: Palgrave Macmillan. Pp. 18-40.
- Fujita, M., P. Krugman y A. J. Venables. 1999. *The Spatial Economy – Cities, Regions and International Trade*. Cambridge, MA: THE MIT Press.
- Gobernación de Cundinamarca. 2012. Plan de Desarrollo Departamental 2012-2016. *Cundinamarca Calidad de Vida*. Bogotá, D.C.
- Greif, A. 1994. "Cultural Beliefs and the Organization of Society: A Historical and Theoretical Reflection on Collectivist and Individualist Societies," *Journal of Political Economy* 102: 912-50.
- IDEAM. 2013. Cambio climático. Contexto nacional, avances y retos. Bogotá, D.C. 2013.
- Krugman, P. 1996. *The Self-Organizing Economy*. Malde, MA: Blackwell.
- Markusen, A. 1996. "Sticky Places in Slippery Space: A Typology of Industrial Districts." *Economic Geography* 99: 293-313.
- North, D. C. 1990. *Institutions, Institutional Change, and Economic Performance*. New York: Cambridge University Press.
- Soto, A. 2012. "Cambio climático en Colombia: hacia un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones en carbono." Bogotá. D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

V. ANÁLISIS DEL MARCO NORMATIVO EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO Y DINÁMICA TERRITORIAL EN LA REGIÓN CAPITAL

CIDER - UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

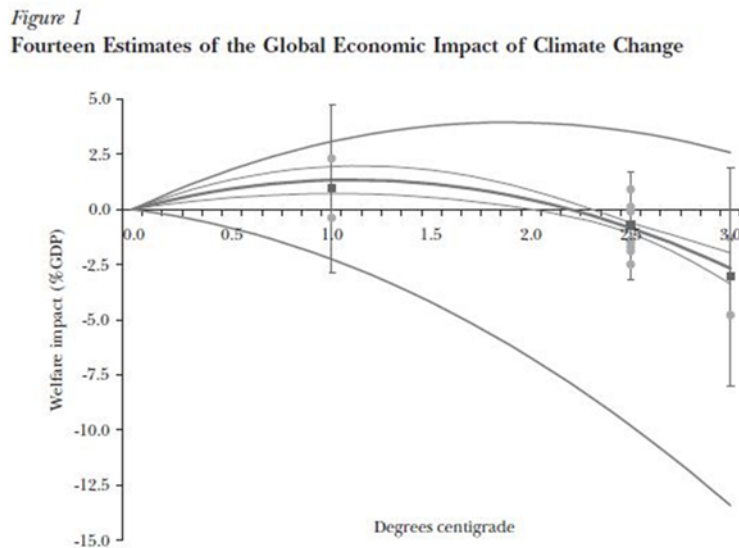
RESUMEN

En este capítulo se plantean principios para la gestión de los riesgos del cambio climático para Colombia, que ilustran la tensión entre los objetivos de crecimiento y bienestar de un país en desarrollo y la política de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (sección 1). Se discute la dinámica económica y social de la Región Capital (sección 2). Luego se diagnostican las normas y políticas para el cambio climático presentadas en el Entregable 1 (sección 3), y finalmente se identifica, de manera preliminar, áreas donde PRICC puede tener un alto impacto en la Región Capital, en adición a las labores que ya efectúa, teniendo en cuenta los vacíos y debilidades de la normativa (sección 4). Las dinámicas propias del cambio tecnológico y del crecimiento en la Región Capital sugieren que los esfuerzos en el área del suministro de energía y en intentos por cambiar el uso del suelo en la Subsabana de Bogotá podrían ser de menor impacto que en agricultura, agua y seguros para los municipios de Cundinamarca. En el primer caso, porque la velocidad del cambio tecnológico es muy alta y viene de la industria, motivada por los mercados. En el segundo caso, por la geografía económica de la conurbación, que crece orgánicamente, y en la que los instrumentos de política de los municipios son el efecto y no la causa de la expulsión de hogares y establecimiento productivos. El PRICC puede tener un mayor impacto y visibilidad en el impulso a la investigación agropecuaria, los seguros, gobierno del agua y estructuración financiera de proyectos de mitigación en alianzas público privadas.

1 PRINCIPIOS BÁSICOS DE POLÍTICA DE CAMBIO CLIMÁTICO Y EL PAPEL DEL CAMBIO TECNOLÓGICO

Colombia es un país con un bajo ingreso per cápita, desigual, con una baja tributación, que acumula un déficit de inversiones en primera infancia, educación, salud, cobertura de agua potable y alcantarillado, investigación y desarrollo, infraestructura, y grandes necesidades de inversión venideras para renovar el modelo de desarrollo regional (con o sin firma de paz). Para cualquier país o región del mundo, el cambio climático tendría impactos cuyas probabilidades de ocurrencia, severidad y patrones temporales son difíciles de estimar con el estado de conocimiento científico corriente. Los impactos económicos dependen de las medidas de prevención, mitigación de riesgo, retención y transferencia de riesgo que se tomen por parte de gobiernos, individuos, firmas reales y firmas del sector financiero y de seguros. Podrían coexistir beneficios por el aumento moderado de la temperatura promedio (ver Gráfico 1), con perjuicios causados por los extremos (aumento de la varianza y la kurtosis de la distribución de los eventos catastróficos; no se muestran en el Gráfico 1).

GRÁFICO 1. CATORCE ESTIMATIVOS DEL IMPACTO ECONÓMICO GLOBAL POR AUMENTO DE LA TEMPERATURA PROMEDIO



Note: Figure 1 shows 14 estimates of the global economic impact of climate change, expressed as the welfare-equivalent income gain or loss, as a function of the increase in global mean temperature relative to today. The circular dots represent the estimates (from Table 1). The squares are the sample means (for the specific global warming), and the lines are the sample means plus or minus twice the sample standard deviation. The central heavier line is the least squares fit to the 14 observations: $D = 2.46(1.25)T - 1.11(0.48)T^2$, $R^2 = 0.51$, where D denotes impact and T denotes temperature; standard deviations are between brackets. The thin inner two lines are the 95 percent confidence interval for the central line re-estimated with one observation dropped. The thick outer two lines are the 95 percent confidence interval, where the standard deviation is the least squares fit to the five reported standard deviations or half-confidence intervals (again, compare with Table 1): $S_{optimistic} = 0.87(0.28)T$; $R^2 = 0.70$, $S_{pessimistic} = 1.79(0.87)T$; $R^2 = 0.51$, where S is the standard deviation.

Fuente: Tol (2009)

Eje y: Impacto sobre el bienestar. Eje x grados centígrados de aumento sobre la temperatura actual.

Nota: El Gráfico 1 muestra 14 estimativos del impacto económico global del cambio climático, expresado como el bienestar-equivalente en ganancia o pérdida de utilidad, usando una función del incremento en la temperatura relativa actual. Los puntos circulares representan los estimativos. Los cuadrados son muestras (para el calentamiento específico global), y las líneas son muestras de más o menos dos veces la desviación estándar. La línea central más intensa es la que

se ajusta a los cuadrados de las 14 observaciones: $D = 2.46(1.25)T - 1.11(0.48)T^2$, $R^2 = 0.51$, donde D indica impacto y T indica temperatura; las desviaciones estándar están entre paréntesis. Las dos líneas delgadas internas cuentan con el 95% de intervalo de confianza para la re estimación de la línea central con una observación que cae. Las dos líneas más gruesas externas son tienen el 95% de intervalo de confianza, donde la desviación estándar está a menos cuadros de ajustarse a los cinco desviaciones estándar reportadas o intervalos de confianza media (nuevamente compare con la tabla1): Soptimista = $0.87(0.28)T$; $R^2=0.70$, Spesimista = $1.79(0.87)T$; $R^2=0.51$, donde S es la desviación estándar.

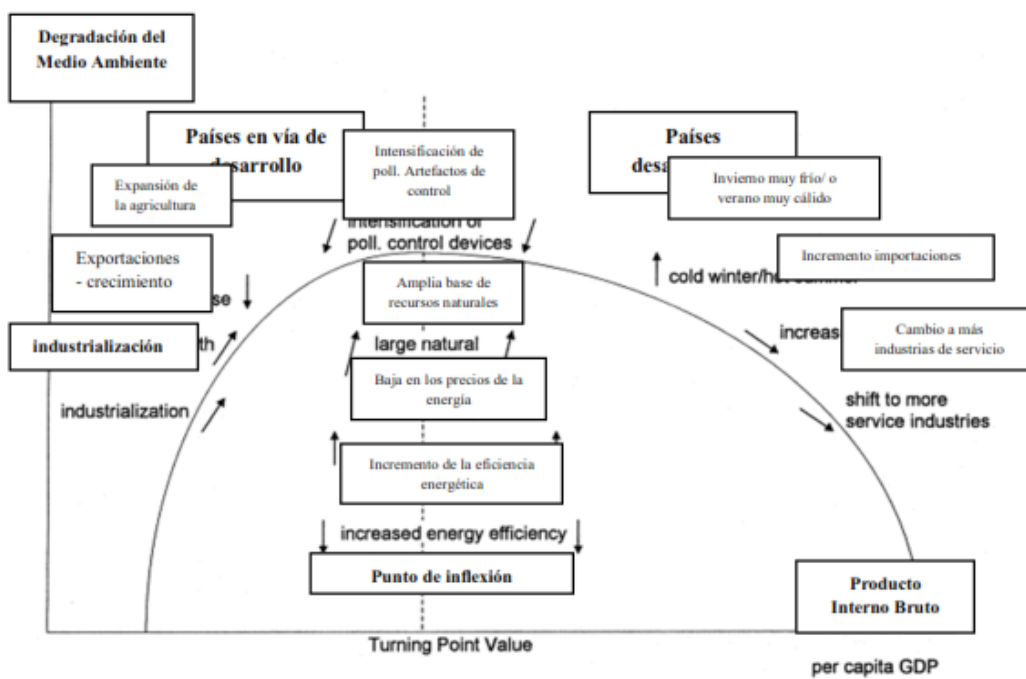
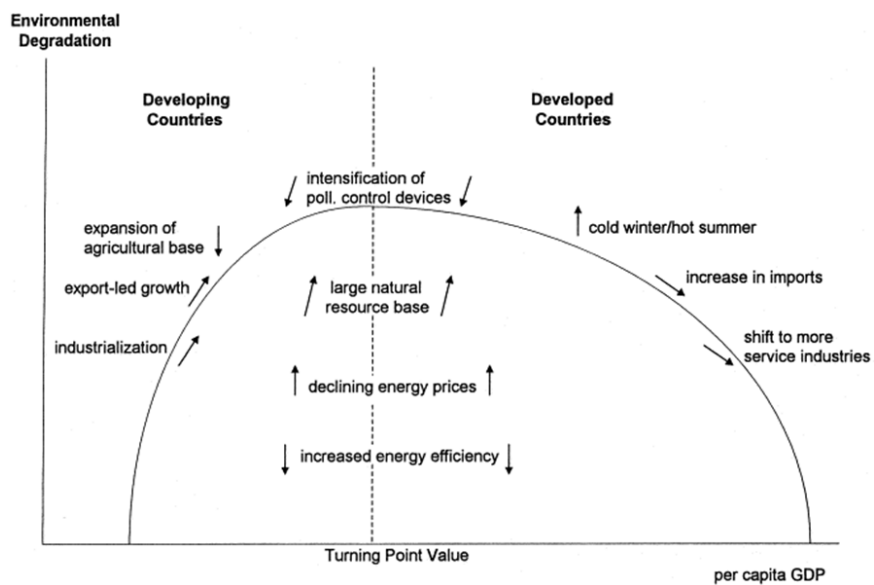
¿Es un imperativo racional y social reducir las emisiones de gas de efecto invernadero (GEI en adelante) en Colombia o hay que concentrar el esfuerzo en la adaptación?

La respuesta a esta pregunta depende del objetivo de desarrollo y punto de partida del país, del potencial financieramente rentable de reducción de GEI en el corto plazo, y del cambio tecnológico de mediano y largo plazo. En este sentido hay que advertir que, para que la población pobre del mundo (cinco mil millones) pueda asumir un estilo de vida parecido al de los quinientos millones de habitantes de los países desarrollados, se requieren tecnologías entre 8 y 10 veces más eficientes en el uso de energía y de producción de alimentos (lo que se trasladará directamente a la reducción de emisiones de GEI).

Con las restricciones fiscales y prioridades de gasto público mencionadas en el primer párrafo; con las innovaciones radicales en producción de energías renovables y producción de proteínas que se podrían materializar en el mediano plazo, la única posibilidad de cambiar la trayectoria de las emisiones de GEI (que se pueden materializar en dos décadas, a juzgar por las tendencias observadas en la industria); y dado que el país se encuentra localizado en la parte inferior de la curva ambiental de Kuznets, -hay que aumentar primero el consumo de energía en el corto plazo para establecer una base industrial y luego transitar a una sociedad basada en servicios, con menor intensidad energética-, el objetivo de desarrollo de Colombia debe enfocarse en aumentar el bienestar de sus habitantes, invirtiendo primero en el desarrollo del capital humano, en infraestructura que aumente el tamaño de los mercados, en la creación de una base manufacturera, y en preservar la calidad de los ecosistemas nacionales. Es muchas ocasiones, el menor costo o el máximo beneficio de esta política será logable con bajos consumos de energía (arquitectura climática, eficiencia energética y uso de sistemas pasivos de acondicionamiento de aire) o con una política agresiva de uso de energías renovables (transporte urbano eléctrico basado en hidroelectricidad, cuyos principales beneficios serán en reducción de la mortalidad y mortalidad en Bogotá ocasionadas por la contaminación del aire).

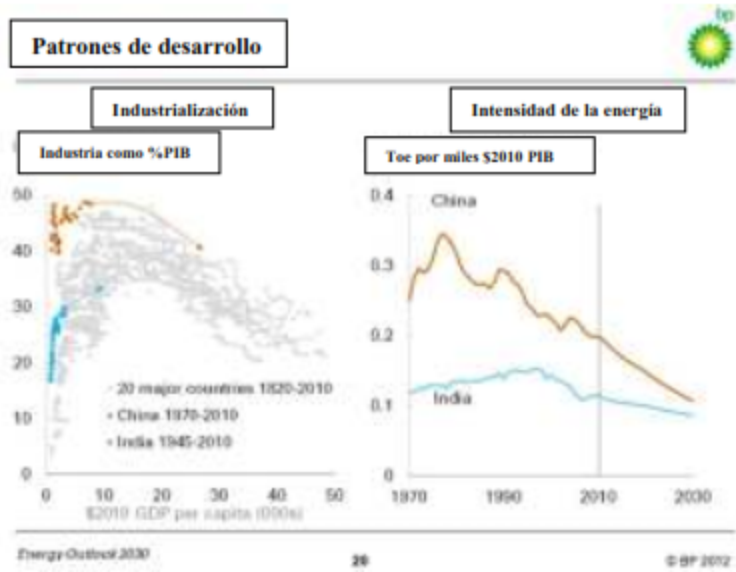
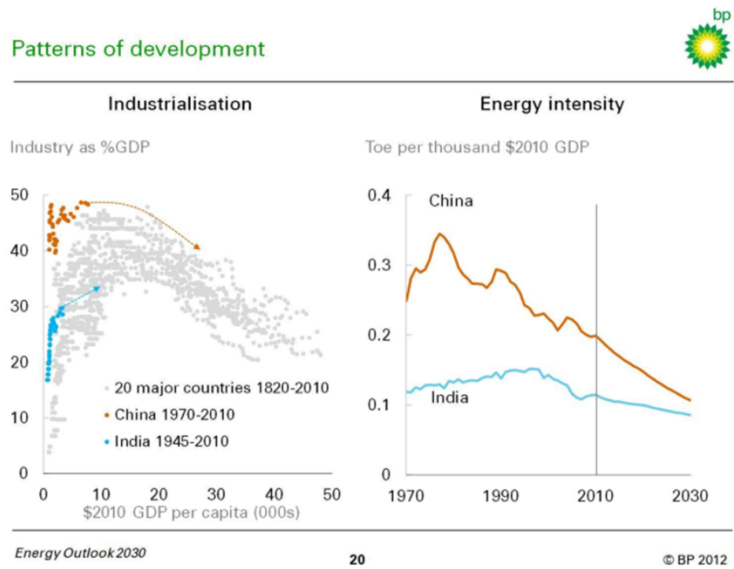
El consumo de energía y el nivel de bienestar de un país están correlacionados positivamente en países que están industrializándose. El Gráfico 2 y el Gráfico 3 muestran los *trade offs* del desarrollo, el consumo de energía y la contaminación, que en el mediano plazo no se pueden obviar. La curva de la izquierda del Gráfico 3 se ha construido con datos de 90 años para 20 países.

GRÁFICO 2. CURVA AMBIENTAL DE KUZNETS



Fuente: Adaptación de Panayotou (1993)

GRÁFICO 3. INDUSTRIALIZACIÓN Y CONSUMO ENERGÉTICO EN LA HISTORIA



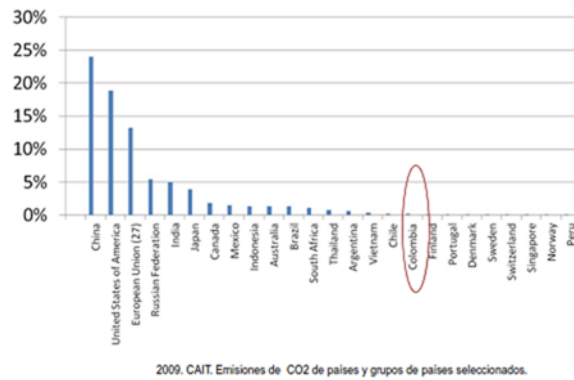
PIB (producto interno bruto). Toe (tonne of oil equivalent) es una unidad de energía que se refiere a la cantidad de energía que se libera mediante la quema de una tonelada de crudo.

Fuente: BP (2013)

Colombia representa el 0.7% de la población del planeta y sus emisiones por combustión de dióxido de carbono, uno de los gases de efecto invernadero, el 0.21% de las emisiones mundiales, y consume el 1.17% de la hidroelectricidad del mundo, energía que no libera gases de efecto invernadero en su generación. En comparación y términos absolutos, China consume cuarenta veces más petróleo y ochenta veces más carbón que Colombia, y Estados Unidos consume ochenta veces más petróleo y setenta veces más carbón que Colombia. Colombia consume poca energía en términos absolutos, y su producción energética total y per cápita es menos emisora de GEI que la de los países en crecimiento rápido o desarrollado, como China y Estados Unidos (ver Gráfico 4).

GRÁFICO 4. EMISIONES DE CO2 DE COLOMBIA EN EL MUNDO

Emisiones de Colombia en el mundo



Fuente: Soto (2012)

Por un lado, las metas de reducción de GEI establecidas en los acuerdos internacionales se basan en porcentajes de reducción sobre la base existente, lo que castiga a los países que tienen un bajo consumo de energía, como es el caso de Colombia (Benavides 2013). Por otro lado, los recursos públicos son escasos y hay necesidades represadas o urgentes en educación, salud, primera infancia, infraestructura y transición social y económica en el posconflicto. La reducción actual de emisión de GEI más allá de los proyectos rentables reduciría la velocidad de llegada del país a una sociedad menos intensiva el consumo de energía en el futuro y no tendría efectos importantes sobre el bienestar del país ni del planeta.

En este contexto de bajo consumo energético y competencia entre sectores por asignaciones presupuestales escasas, la financiación de la adaptación podría ser superior a la de la reducción de GEI. El campo de acción de la reducción financiera y socialmente rentable de GEI incluye la arquitectura climática, la eficiencia energética y el transporte público de Bogotá movido por hidroelectricidad.

¿Qué aspectos debería incluir una política energética en su relación con el desarrollo? Colombia puede transformar las rentas de recursos naturales en infraestructura, capital intelectual e instituciones; aumentar el consumo de mínimo costo de energía útil de los hogares y las firmas, con independencia de la fuente primaria; y enfocarse en la gestión de impactos ambientales y sociales del ciclo de vida de la explotación, transformación y utilización de recursos energéticos. La contribución a la reducción de gases de efecto invernadero debe asumirse cuando genere beneficios netos al país. En adición a la promoción de la arquitectura climática, la eficiencia energética y el transporte urbano movido por hidroelectricidad, la reintroducción del planeamiento urbano, el traslado de la manufactura de exportación a los puertos para racionalizar los costos de transporte son medidas con la que gana el país y se reducen las emisiones de los GEI.

El país tiene una componente hidroeléctrica muy alta y de oferta incierta. El aumento de la generación termoeléctrica es indispensable para asegurar la confiabilidad del servicio y evitar los costos de racionamiento durante sequías agudas. La población pobre puede aspirar a aumentar su consumo de proteínas y de energía y las exportaciones de carbón, gas, petróleo e hidroenergía pueden financiar la investigación y la solución de grandes problemas, entre ellos el déficit de infraestructura y logística modernas, y el desarrollo de una base manufacturera. Colombia sólo contribuirá a la solución de problemas globales en la medida en que se convierta en una economía basada en el conocimiento en las

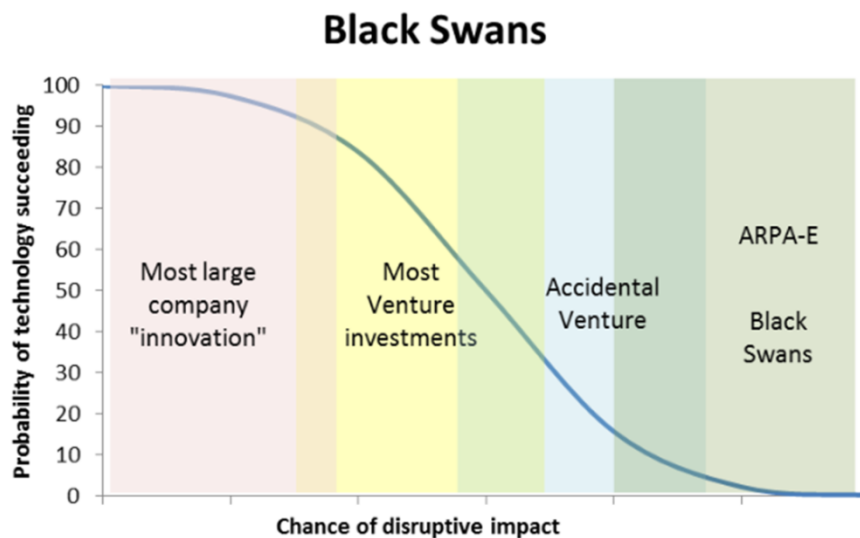
próximas dos décadas, cuando llegue a un ingreso per cápita alto con bajas emisiones, transitando por la curva ambiental de Kusnetz de la manera más eficiente posible.

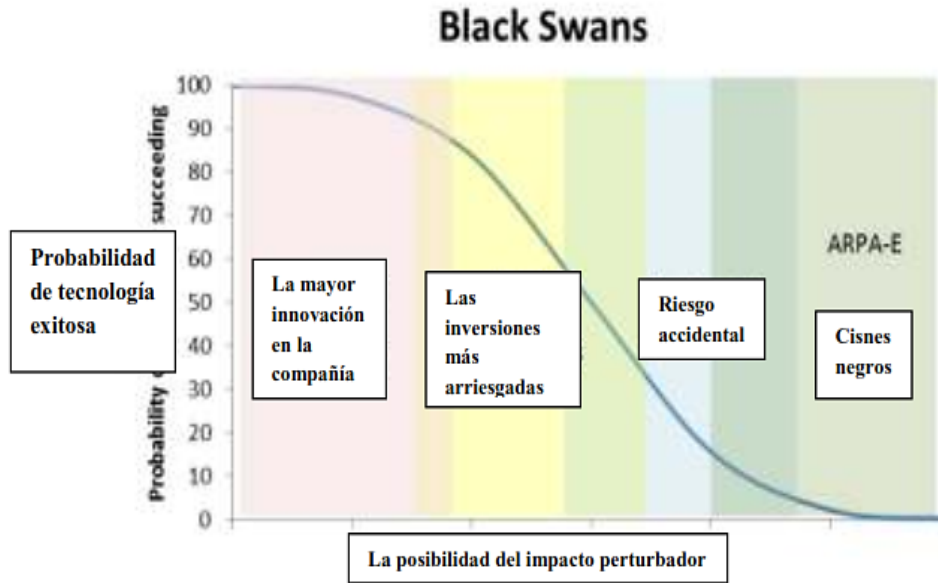
En adaptación hay mucho por hacer, y con grandes beneficios para el país. La adaptación a los impactos del cambio climático requiere una alta dosis de innovación, especialmente en el campo de los recursos hídricos, el diseño de la infraestructura física y el ordenamiento territorial. Las distribuciones estadísticas de la precipitación están cambiando, por lo que se requiere revisar las probabilidades de resistencia ante eventos hidrológicos extremos y las características de las obras de control y prevención de inundaciones, así como el uso y ocupación de las cuencas hidrográficas y las costas marítimas.

La financiación pública de la adaptación al cambio climático es un reto porque el ciclo político sesga el uso de los escasos recursos fiscales hacia inversiones represadas u obras de alta rentabilidad política inmediata. Se deben desarrollar mecanismos concretos para la cofinanciación con privados y entre diferentes niveles de gobiernos, que apalancen los recursos públicos y reduzcan la aparición del fenómeno de "riesgo moral." La adaptación debe incluir ante todo medidas "blandas", de bajo costo y alto impacto, como la reubicación de asentamientos vulnerables y los seguros contra catástrofes. Las inversiones físicas deben partir de estimar la disposición a pagar o aceptar por retener riesgos, de una priorización de inversiones y una visión de largo plazo. Es necesario un proceso de consulta y decisión bajo incertidumbre profunda.

La U invertida de la curva ambiental de Kuznets y del consumo de energía contra crecimiento de la industria sólo se "aplanarán" más con el cambio tecnológico radical, que con medidas incrementales. Se necesitan, como los bautiza Taleb, *Cisnes Negros* en tecnología (Gráfico 5). Esta son disrupciones tecnológicas de baja probabilidad y alto impacto, cuya incursión depende de amplios fondos de investigación básica, financiados por el sector público, seguidos de las apuestas del capital de riesgo.

GRÁFICO 5. CISNES NEGROS EN TECNOLOGÍA: PROBABILIDAD DE ÉXITO VERSUS IMPACTO





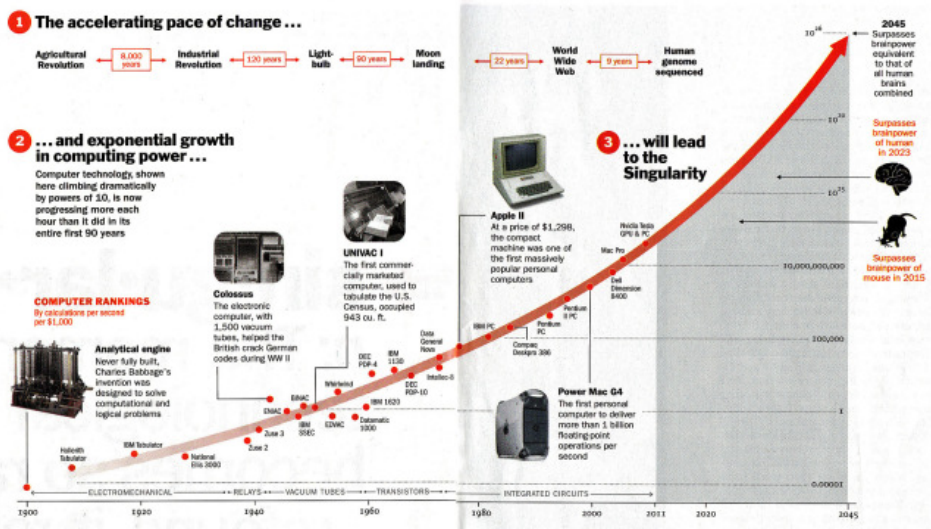
Fuente: Khosla (2011)

Khosla (2011), capitalista de riesgo, plantea las limitaciones de los cambios incrementales y de no partir de las aspiraciones de los individuos para enfrentar problemas globales grandes:

“Yo creo personalmente que los pasos incrementales están sobrevalorados, a costa de las innovaciones de tipo Cisne Negro, que tienen una probabilidad mayor de resolver problemas a escala. (...) Un Cisne Negro en almacenamiento podría cambiar el resultado para la energía eólica y solar que cualquier innovación en energía eólica, por lo que creo que los subsidios se pueden gastar mejor en promover las innovaciones en almacenamiento que en la adopción de la energía eólica (...) Aunque con frecuencia sea un problema de semántica, las mejoras ‘incrementales’ a la tecnología más reciente simplemente refuerzan la creencia generalizada y errónea de que ya se ha ‘hallado lo que había que hallarse’, y que la tecnología de mañana es simplemente la tecnología de hoy con unos pocos cambios. (...) Este enfoque en lo que las personas o los países ‘deben hacer’ está firmemente atornillado. (...) El comportamiento de los usuarios, especialmente en los países en desarrollo, donde sucederá el mayor crecimiento de demanda, debería ser nuestra guía sobre las tecnologías aceptables. (...) Deberíamos confiar en el auto-interés de las personas (energía más barata, menos gasto de corto plazo en eficiencia) y de los países (competitividad nacional a través de economías más eficiente, creación de empleo, crecimiento del PIB en nuevos sectores!)”

La producción de conocimiento a nivel mundial crece como una exponencial *doble* (Kurzweil 2005: 491-493), fenómeno bautizado como “ley de retornos que se aceleran” (Gráfico 6).

GRÁFICO 6. KURZWEIL SOBRE LA PROXIMIDAD DE UNA SINGULARIDAD EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL

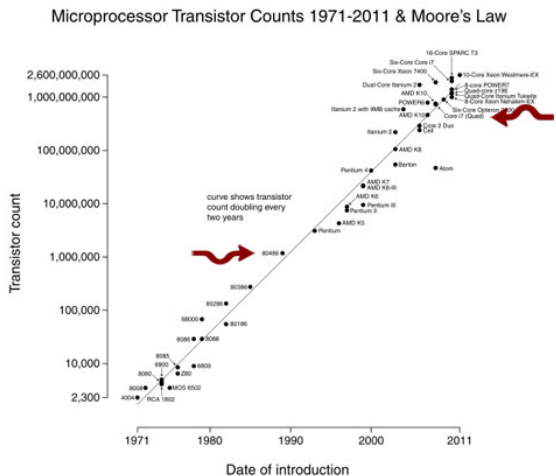


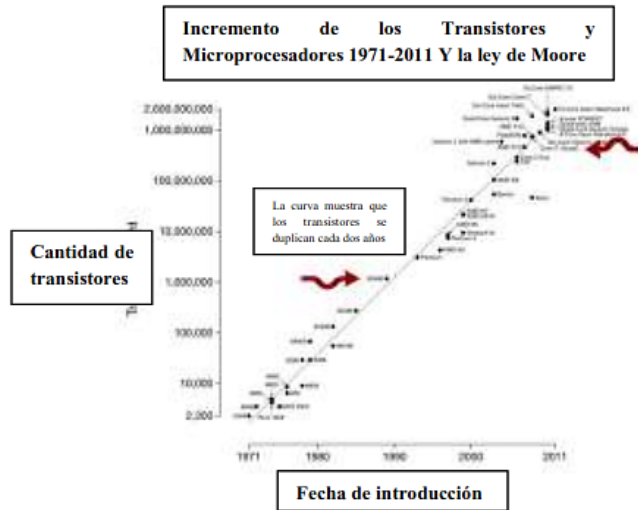
Fuente: <http://sterlingely.argentumstudio.com/tag/ray-kurzweil/>

1. El acelerado ritmo del cambio (revolución de la agricultura, hace 8000 años; la revolución industrial hace 120 años; la bombilla eléctrica hace 80 años; el viaje a la luna hace 22 años; internet hace 9 años; y la secuenciación del genoma humano).
2. Y un crecimiento exponencial en el poder de los computadores. En la figura se muestra su avance (máquina analítica, coñossus, UNIVAC I, Apple II, Power Mac G4).
3. Lo que guiará a la singularidad.

Parte de este crecimiento viene impulsado por el avance en potencia computacional, con la duplicación cada 18 meses del número de transistores en un circuito (Gráfico 7).

GRÁFICO 7. LEY DE MOORE

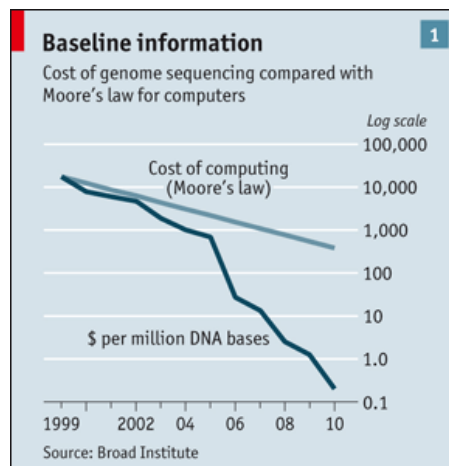


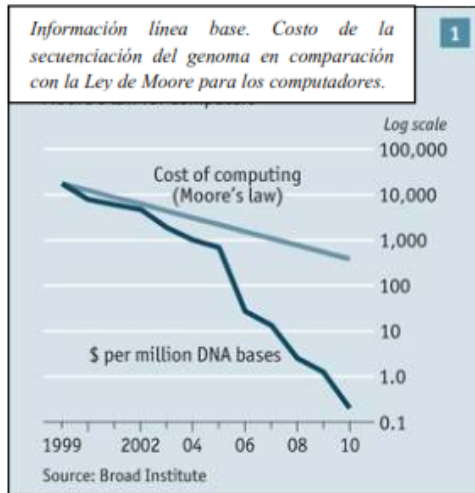


Fuente: <http://www.hivehealthmedia.com/impact-technology-health-care-view-trenches/>

La reducción de costos en secuenciación de genomas (Gráfico 8), que puede tener un gran impacto sobre la productividad de producción de alimentos, en paneles solares (Gráfico 9), que ya muestra resultados importantes de penetración en países europeos, en prevención y curación de enfermedades, en manufactura de precisión atómica (APM en inglés) para agricultura que consume menos agua y que podría tener una productividad diez veces superior a la de los actuales cultivos (Drexler 2013: 232) hacen plausible que la base económica y la esperanza de vida pudieran cambiar totalmente *en menos de un siglo*. Algunas de las amenazas actuales del cambio climático (escasez energética o de alimentos) podrían no existir dentro de algunas décadas, haberse reducido a niveles gestionables por los individuos, o, incluso, haberse convertido en oportunidad de desarrollo.

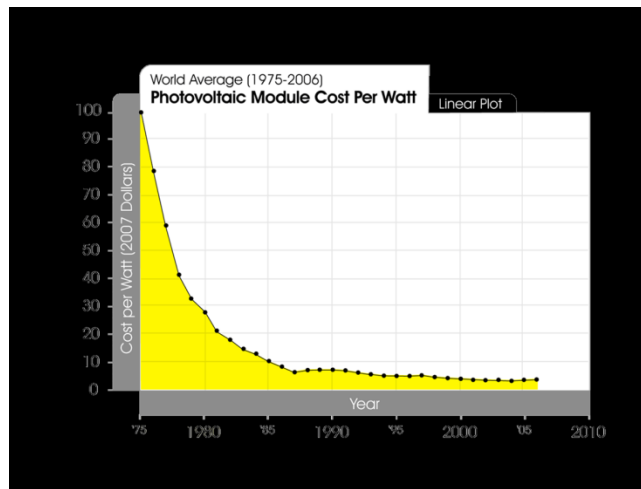
GRÁFICO 8. COSTOS DE SECUENCIACIÓN DE GENOMA EN COMPARACIÓN CON LA LEY DE MOORE

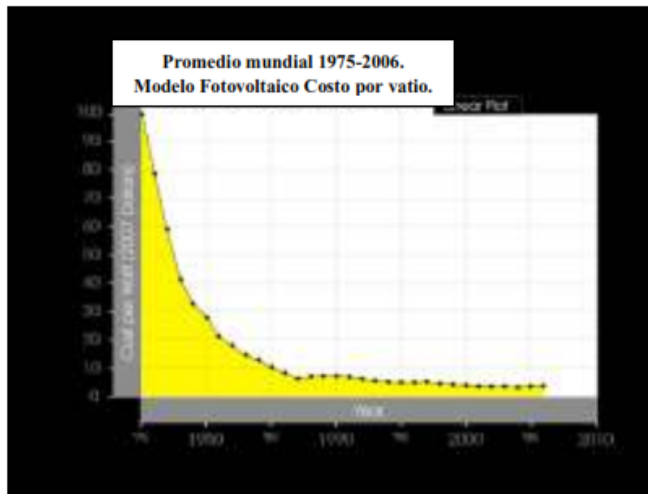




Fuente: <http://www.economist.com/node/16349358>

GRÁFICO 9. REDUCCIÓN DEL COSTO DE LA ENERGÍA FOTOVOLTÁICA





Fuente: <http://howisearth.wordpress.com/2010/02/03/solar-energy-renewable-energy/>

Las consideraciones sugieren concentrar el esfuerzo en materia de cambio climático en asuntos sobre los que se tiene más urgencia y control de los resultados. La intensidad energética en Colombia puede subir durante un tiempo relativamente corto, y luego bajará por cuenta del progreso tecnológico. Los esfuerzos de moldear la estructura espacial de la conurbación de Bogotá requerirían inversiones de un monto muy alto y baja efectividad. Los esfuerzos de adaptación en varios frentes discutidos en las siguientes secciones son de mayor impacto para la sociedad, especialmente en el caso de la población más pobre.

2 DINÁMICAS TERRITORIALES DE LA REGIÓN CAPITAL CON INCIDENCIA SOBRE LA VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

Los resultados más relevantes del análisis de la dinámica territorial en la Región Capital, que deben interpretarse de acuerdo con la lógica de la geografía económica discutida en el Entregable 1, son los siguientes:

- La conurbación de Bogotá y municipios cercanos dentro de la Sabana de Bogotá se dinamiza por fuerzas tanto de tipo *push* de la capital hacia el departamento, como la congestión en la capital (que expulsa población y empresas) y de tipo *pull* desde el departamento (reducción de impuestos en municipios y creación de zonas francas).
- Bogotá será una megalópolis en el corto plazo (más de 10 millones de habitantes). Cuando esto sucede, las zonas periféricas que no se articularon comercialmente se tienden a empobrecer aún más, porque la clase media de la megalópolis aumenta cada vez más la proporción de bienes importados que sustituyen fácilmente a bienes locales con modestos estándares de calidad (por ejemplo, alimentos). Esto pone en riesgo de pobreza extrema a los municipios de la zona del Valle del Magdalena y del Piedemonte Llanero.
- La población de la conurbación crece más rápido que el promedio nacional, mientras que la población de las provincias más pobres y alejadas decrece.
- La conurbación de una megalópolis impone cargas ambientales y demandas de agua sobre los municipios vecinos, que usualmente no están preparados para recibir de manera súbita y

masiva nueva población y empresas o talleres, ni en la planificación territorial, ni en el manejo ambiental.

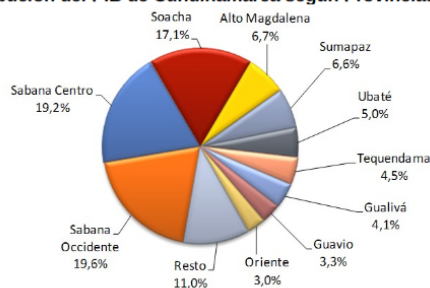
- Si Bogotá, que tiene mayores recursos fiscales que sus vecinos de la Región, no asume un liderazgo proactivo para ordenar inteligentemente el territorio, habrá crecimiento económico desigual con pobreza exacerbada en los municipios ya pobres, y con problemas ambientales y de traslado de la congestión a los municipios prósperos más integrados comercialmente.
- No hay que huir de las economías de aglomeración, que ayudan a la productividad; lo importante es gestionar la congestión de manera compatible con las capacidades de los ecosistemas vecinos. El crecimiento de la conurbación no se puede impedir. Los instrumentos
- En presencia de cambio climático, el problema central de la ordenación del territorio de la Región Capital será la gestión adecuada del abastecimiento del agua y del riesgo de desastres por variabilidad del ciclo hidrológico. La solución de estos problemas requiere ante todo sofisticados modelos de ingeniería e hidrología, y el cálculo de las disposiciones a pagar o a aceptar determinados niveles de inundación o sequía, que no hacen parte de la práctica ordinaria de las entidades ambientales. La definición de Estructura Ecológica Principal es maximalista y corre el riesgo de convertirse, con lentes de aumento y sin el uso de incentivos, en restricciones incompatibles con las presiones sociales y económicas del crecimiento de la conurbación.

-ECONOMÍA Y DEMOGRAFÍA DE LA REGIÓN CAPITAL

Según del DANE, en 2011, Bogotá representó el 24.5% del PIB nacional, mientras que Cundinamarca representó el 4.9% del PIB Nacional. En el mismo año, el número de habitantes en la región llegó a 10.3 millones de personas (7.7 millones en Bogotá, 2.6 millones en Cundinamarca), equivalente al 22% de la población nacional, consolidándose como la región del país con mayor número de habitantes, y la quinta en América Latina (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2011). Fedesarrollo (2013) define la Subsabana de Bogotá como el grupo de municipios de Cundinamarca que tiene una relación económica, social y política muy cercana y estrecha con Bogotá. Incluye municipios de la Sabana de Bogotá, Silvania y Girardot (26 municipios en total).¹

GRÁFICO 10. PIB POR PROVINCIA EN 2005

Distribución del PIB de Cundinamarca según Provincias 2005



Fuente: Secretaría de Planeación de Cundinamarca

¹ La Calera, Sopó, Tocancipá, Gachancipá, Nemocón, Cogua, Zipáquirá, Cajicá, Chía, Tabio, Subachoque, Tenjo, Cota, Funza, El Rosal, Madrid, Factativá, Zipacón, Bojacá, Mosquera, Soacha, Granada, Sibaté, Silvania, Fusagasugá y Girardot.

En 2005 los mayores aportantes al PIB de Cundinamarca fueron las provincias de Sabana Occidente, Sabana Centro, y Soacha (55.8% del PIB departamental), que representan el 52% de la población departamental. La población de los municipios de Soacha (15.5%), Madrid (5.7%), Facatativá (4.4%), Funza (3.5%), Zipaquirá (3.4%) y Chía (3.2%), respectivamente basa su actividad económica en los sectores de industria y explotación agropecuaria. La distribución del PIB por Provincia muestra un predominio de Sabana Centro y Sabana Occidente (Gráfico 10).

GRÁFICO 11. POBLACIÓN DE BOGOTÁ Y PROVINCIAS DE CUNDINAMARCA



El Gráfico 11 muestra la distribución de la población por Provincia. Las Provincias de Sabana Centro, Sabana Occidente y Alto Magdalena presentan una participación del PIB superior a la de la población.

La Gobernación de Cundinamarca (2008) clasifica sus municipios en 3 grupos (Gráfico 12):

GRÁFICO 12. TRES CUNDINAMARCAS

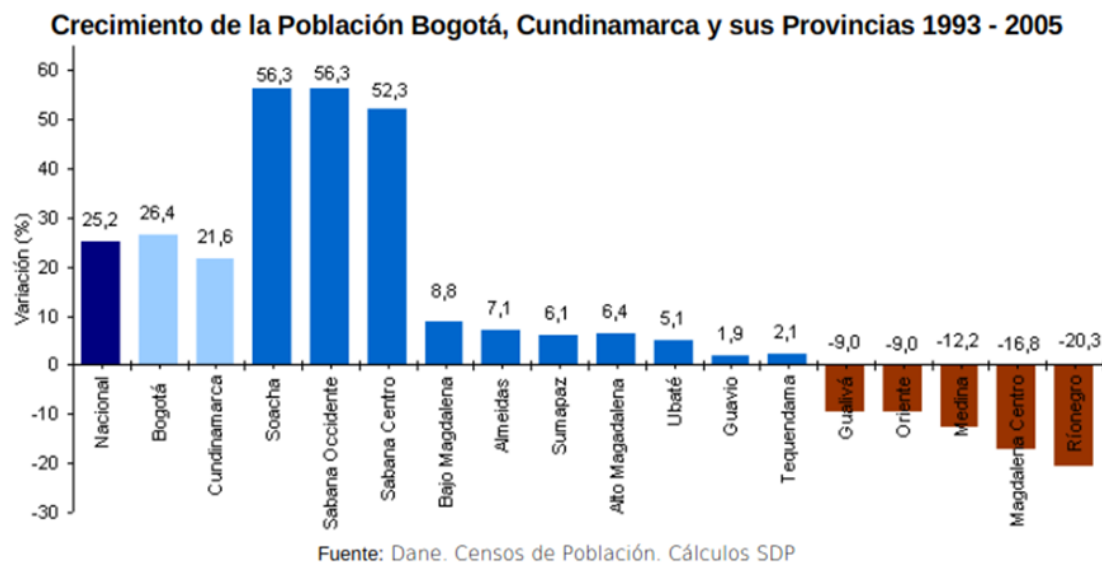


Fuente: Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá (2011)

- LA CUNDINAMARCA FLORECIENTE. Incluye 45 municipios periféricos de las provincias de Rionegro, Bajo Magdalena, Gualivá, Magdalena Centro, Sumapaz y Oriente, con una población superior al 9% en condiciones de miseria mayor, vaciamiento de la población, conectividad deficiente y poca integración con los mercados.
- LA CUNDINAMARCA DINÁMICA. Incluye 40 municipios con población con un nivel de miseria mayor entre 4 y 8% del total, en las provincias de Tequendaman, Gualivá, Sumapaz, Ubaté, Almeidas y Oriente, en la periferia de la capital y del departamento. Son municipios con economía diversificada, de competitividad media, condiciones socioeconómicas medias y conectividad aceptable, con poca integración social.
- LA CUNDINAMARCA PUJANTE. Incluye 31 municipios (la Subsabana de Bogotá ampliada) de las provincias de Sabana Centro y Occidente. Tiene un porcentaje de población inferior al 4% en condiciones de miseria, y presentan convergencia con las condiciones de vida de la capital. Presentan economías diversificadas, alta conectividad, flujos comerciales con todo el país, pero también problemas ambientales y conflictos por el uso del suelo.

Entre 1993 y 2005, Colombia desaceleró el crecimiento poblacional con respecto al periodo de 1985-1993, pasando de una tasa anual de 2% al 1.4%. Durante el mismo período, Bogotá y Cundinamarca presentaron la misma tasa de crecimiento (1.9%). Esto sucede en parte por el desplazamiento de población desde Bogotá hacia municipios de la Sabana, como Mosquera (163.3%), Tabio (94.3%), Tocancipá (89.7%) y Chia (88.2%), que presentaron tasas de crecimiento muy alta durante el período, por efectos *push* y *pull*. El Gráfico 13 muestra que el crecimiento poblacional en Cundinamarca coincide con el crecimiento económico.

GRÁFICO 13. CAMBIO POBLACIONAL EN LA REGIÓN CAPITAL Y CUNDINAMARCA



La Tabla 2 muestra información de los 25 municipios que mostraron mayor crecimiento de la población entre 2005 y 2009. Muchos municipios presentan tasa superiores al 10% anual, destacándose Tocancipá y Gachancipá, en la Sabana de Bogotá.

TABLA 2. LOS CRECIMIENTOS POBLACIONALES MÁS ALTOS DE CUNDINAMARCA ENTRE 2005 Y 2009

Listado de los 25 municipios con mayores crecimientos poblacionales 2005 – 2009p, en el Departamento de Cundinamarca

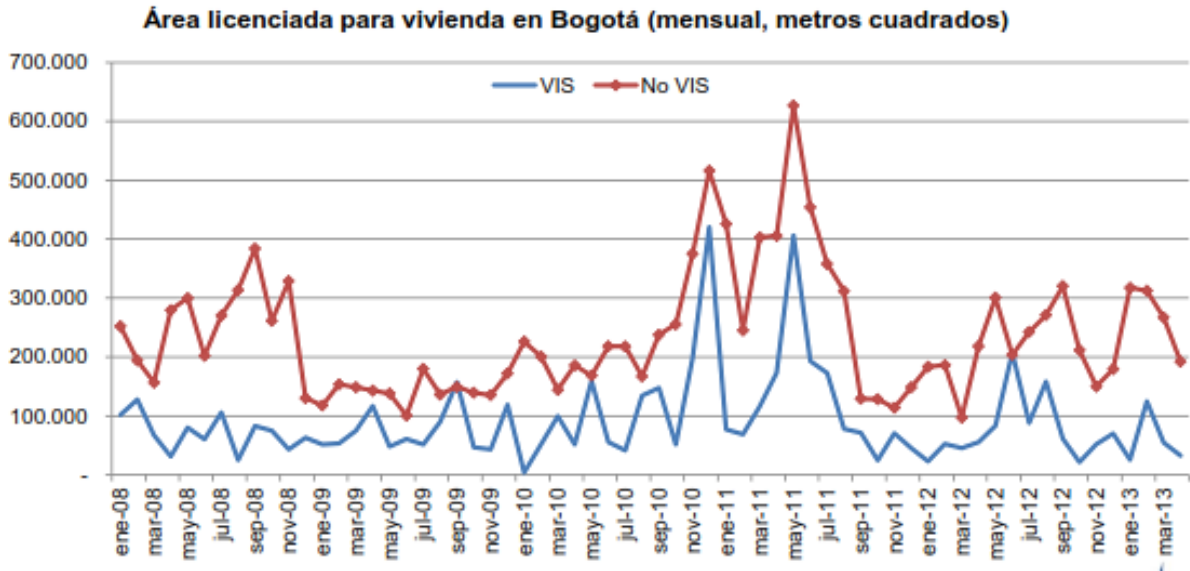
Municipio	Población total municipal año 2005	Población total municipal año 2009	Tasa de crecimiento histórica (2005 – 2009)
Bojacá*	8.879	9.908	11,59%
Cajicá*	45.391	49.959	10,06%
Chía*	97.896	109.160	11,51%
Chocontá	19.512	21.661	11,01%
Cogua*	18.276	19.867	8,71%
Cota*	19.909	21.873	9,86%
El Rosal*	13.502	14.986	10,99%
Facatativa*	107.452	117.396	9,25%
Funza*	61.380	67.026	9,20%
Fusagasugá*	108.938	118.955	9,20%
Gachancipá*	10.886	12.242	12,46%
Granada*	6.876	7.570	10,09%
Madrid*	62.425	68.545	9,80%
Mosquera*	63.226	70.788	11,96%
Nilo	14.174	15.752	11,13%
Sesquilé	9.817	11.326	15,37%
Sibaté*	31.675	34.330	8,38%
Soacha*	402.007	444.612	10,60%
Sopó*	21.223	23.384	10,18%
Subachoque*	13.041	14.260	9,35%
Suesca	14.242	15.410	8,20%
Susa	9.782	10.674	9,12%
Tabio*	20.850	23.249	11,51%
Tocancipá*	24.154	27.191	12,57%
Zipaquirá*	101.551	110.003	8,32%

Fuente: Censo 2005, Dane. Cálculos propios con base en proyecciones población
* Municipios que hacen parte del segundo anillo de influencia

-VIVIENDA, ENERGÍA, TRANSPORTE: INDICIOS E IMPACTO EN LA DINÁMICA REGIONAL

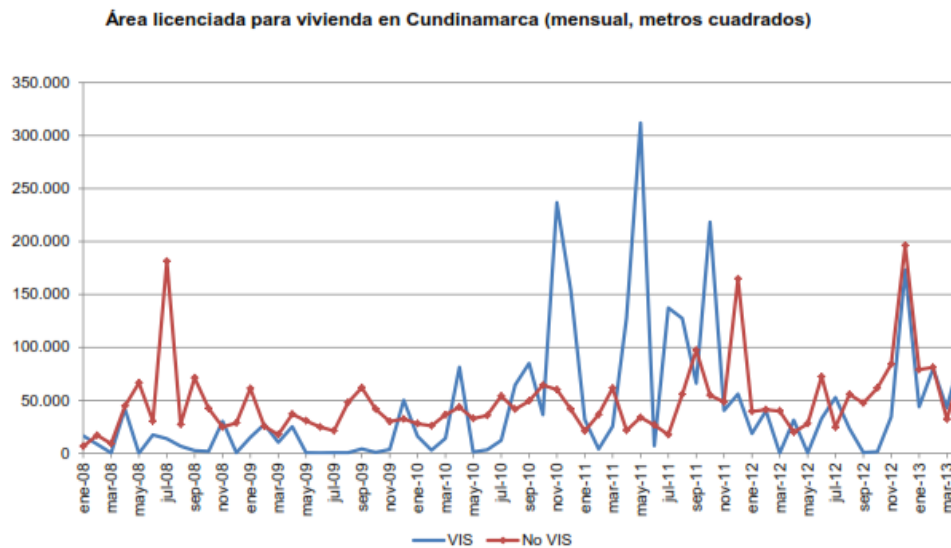
Las propuestas del Plan de Desarrollo “Bogotá Humana” en cuanto al uso del suelo y la construcción incluyen la revitalización urbana, la contención del crecimiento en los bordes de la ciudad, y la densificación del centro ampliado, con proyectos que se desarrollarían en quince años. La dinámica de la construcción, importante de examinar porque determina el esfuerzo de los programas de gestión de riesgo de los asentamientos, indica que el área construida en Cundinamarca puede ser el 40% del área construida en Bogotá; mientras que la VIS y la no-VIS en Bogotá están muy correlacionadas y la no-VIS es más importante que la VIS en los últimos 5 años, estas dos categorías de vivienda está menos correlacionadas en Cundinamarca (salvo a partir del 2012, cuando además se vuelven de tamaño parecido) y la evolución de la VIS en este departamento ha sido muy volátil. La evolución del área licenciada en Bogotá y Cundinamarca se presenta en los Gráficos 14 y 15.

GRÁFICO 14. EVOLUCIÓN DEL ÁREA LICENCIADA PARA VIVIENDA, BOGOTÁ



Fuente: Fedesarrollo (2013) con base en DANE.

GRÁFICO 15. EVOLUCIÓN DEL ÁREA LICENCIADA PARA VIVIENDA, CUNDINAMARCA



Fuente: Fedesarrollo (2013) con base en DANE.

Estas tendencias podrían cambiar: la velocidad de crecimiento de la clase media en Bogotá y la reducción del valor real de los vehículos particulares, en medio de una política de densificación, de retraso en el mantenimiento y expansión de la red vial, de saturación del Sistema Integrado de Transporte y de entrada de la primera línea de metro, pueden conducir a niveles de congestión que orienten una fracción de la nueva vivienda, tanto VIS como no-VIS. También pueden forzar al traslado de empresas fuera de Bogotá, especialmente aquellas que necesitan menos las economías de aglomeración y la proximidad a otras empresas, universidades o el sector público.

Por otra parte, según Fedesarrollo (2013), Bogotá consume el 76% de la energía de la región, y los municipios de la Subsabana el 92% del total de Cundinamarca. El fenómeno de crecimiento y posible relocalización de una parte de la industria de Bogotá se puede detectar en la siguiente estadística: en Bogotá el consumo residencial es el 40% del consumo total, y el consumo total cayó un 3% entre 2008 y 2012; y en Cundinamarca, el 60% del consumo es industrial, y creció un 20% entre 2008 y 2012. Tocancipá representó el 16% del consumo de electricidad de la Subsabana en 2009.

La Región Capital tiene el primer aeropuerto de carga (578.812 Toneladas en 2008) y el tercero en movimiento de pasajeros (13.456.331 en 2008) de Suramérica. Sin embargo, será insuficiente en menos de dos años. Con la entrada en operación de una tercera pista en 2018, modernización aduanera, introducción agresiva de plataformas logísticas, la entrada de la doble calzada Bogotá-Buenaventura y la Ruta del Sol, de los corredores férreos y la concesión para navegabilidad del Río Magdalena, el PIB de Bogotá podría crecer a una tasa 1% anual adicional a la actual. Tomando la tasa de crecimiento esperada del 4.2% anual en el promedio nacional, esto equivale a un incremento de valor agregado anual para la Región Capital de US\$ 3.7 mil millones, o \$ 7.1 billones (millones de millones) de pesos, a una tasa de cambio de 1921.4 pesos por dólar. Asumiendo proporcionalidad en el aumento dentro de la Región Capital, Cundinamarca recibiría \$1.1 billones de valor agregado adicional anualmente.

Glaeser (2011) recuerda que cada vez que la población de una ciudad se duplica, los indicadores de producción, salarios o patentes aumentan un 15% per capita. Es decir, los indicadores económicos de Bogotá (7 millones) serían un 15% más altos que los de dos Semi-Bogotá de 3.5 millones cada una ("escalamiento superlineal"). Al tiempo, los costos de infraestructura (transporte, energía, etc.) per capita se reducen aproximadamente un 15% per capita, por coincidencia ("escalamiento sublineal"). Estos resultados aparecen en países con diferentes niveles de desarrollo. *Las grandes ciudades hacen más con menos*. Por supuesto, hacer más con menos tiene límites porque las economías externas positivas (favorecidas por la densidad y la escala) se agotan. Pero Glaeser no exagera cuando afirma que la ciudad es el invento más importante de la historia de la humanidad. Las ciudades permiten mayores oportunidades individuales y mayor flujo de ideas entre personas con visiones e información distintas. La llamada "muerte de la distancia" que produce la conectividad por Internet no sustituye la necesidad de cercanía para negociar, crear o divertirse. La gente paga los enormes valores de la finca raíz en los centros urbanos por estar más cerca de personas inteligentes, para estar expuesta a más ideas.

La única ventaja de Bogotá es la aglomeración y deben encontrarse las formas de aprovecharla. Lo que sucede en la ciudad es un desperdicio de oportunidades. Como la dotación de infraestructura siempre ha estado la ciudad luce "colapsada" por la congestión. Pero eso resulta de un pobre planeamiento urbano; no es un problema del aumento de la población. Si el valor del tiempo de una persona se tasara en \$5,000/hora y se ahorraran 10 millones de horas semanales en congestión o trámites, la sociedad bogotana estaría dispuesta a pagar hasta USD1,482 millones anuales por una solución integral. La ciudad necesita (y puede pagar) un metro para aprovechar la aglomeración. Y, con mejores instituciones e incentivos, una mayor proporción de capital humano dedicado a la I+D+i, la producción y el intercambio de ideas con otros investigadores internacionales, Bogotá puede acelerar el crecimiento de la Región Capital y del país.

-ABASTECIMIENTO ALIMENTARIO Y PRINCIPALES CULTIVOS

Bogotá consume 7.600 toneladas diarias de alimentos entre frutas, verduras, cereales y carnes, de los cuales el 77% se encuentran en un radio de 300 kilómetros provenientes principalmente de Cundinamarca, Boyacá, Tolima y Meta. La oferta de alimentos de Bogotá se distribuye en las tres zonas geográficas: el primer anillo conformado por los 19 municipios aledaños a la ciudad aporta el 33% del consumo de Bogotá en productos como hortalizas, papa, sal y leche y sus derivados. El segundo anillo correspondiente al resto de Cundinamarca y los departamentos de Boyacá, Tolima y Meta provee el 44% de los alimentos a la capital dentro de los que se encuentran la carne de res, pollo, pescado, verduras,

cereales y huevos. Y el tercer anillo que incluye el resto del país e importaciones aporta 23% del consumo local.

Según cifras de la Secretaría de Agricultura de Cundinamarca en 2005, los cultivos permanentes y transitorios ascendían a 96.009 has, de las cuales el 86.9% corresponden a cultivos permanentes, y el 13.1% a cultivos transitorios. Los principales productos agrícolas del departamento de Cundinamarca son café, maíz, caña de azúcar, papa, cebada, trigo, yuca, algodón, arroz, fríjol y frutas, el departamento es el primer productor de caña de azúcar panelera del país. Entre los cultivos permanentes se encuentra productos como cacao y caña panela. La caña de azúcar es el producto al cual se le destina la mayor extensión de tierra, por lo cual es el de mayor producción, corresponde al 53.7% del área cosechada, seguido por los cítricos que corresponde al 12.7% del área cosechada. Por el lado de los cultivos transitorios la arveja es el más importante con el 35.5% del área cosechada, seguido por el arroz riego que corresponde al 15.3% del área cosechada. Los municipios más importantes del departamento en términos de área cosechada en arveja son Guatavita (1.100 has) y Bojacá (670 has).

-OBSERVACIONES PUNTUALES SOBRE EL AGUA EN BOGOTÁ Y CUNDINAMARCA

- El 72% del agua para Bogotá proviene de Chingaza (en los límites entre Cundinamarca y Meta), el 25% de municipios de Cundinamarca y el restante 3% de la cuenca del Río Tunjuelo.
- Veintidós de los 116 municipios del departamento² consumen en promedio el 50% de su oferta hídrica, reflejando una situación crítica para los mismos.³
- Igual número de municipios (22 de los 116)⁴ presenta un índice de escasez y vulnerabilidad bajo, donde su población consume entre el 1% y el 10% de su oferta.
- Un alto número de municipios (72 de los 116 municipios) presentan un índice de escasez y vulnerabilidad medio, donde la demanda de agua de su población oscila entre el 11% y 20%.
- La Provincia de Gualivá⁵ tiene un sistema hídrico frágil, sus fuentes de agua son pequeñas y difícilmente garantizan la disponibilidad y abastecimiento.
- Las provincias de Alto Magdalena y de Soacha presentan una vulnerabilidad media por disponibilidad de agua.
- Chía, Cota, Funza y Mosquera presentan una demanda baja con respecto a su oferta hídrica, sus fuentes de abastecimiento y almacenamiento son menos vulnerables ante condiciones climáticas extremas.

² Albán, Arbeláez, Bituima, El Peñón, Fusagasuga, Guayabal de Siquima, La Peña, La Vega, Nimaima, Nocaima, Pacho, Pandí, Útica, Susa, Quebradanegra, San Francisco, Sasaima, Supatá, Titirita, Vergara, Villeta y Zipaquirá.

³ En tiempo seco, Facatativá, Cachipay, Ubaque y Une se convierten en altamente vulnerables.

⁴ Cajicá, Chía, Cota, Fómeque, Funza, Gachalá, Gachancipá, Gachetá, Guayabetal, Gutiérrez, Madrid, Medina, Mosquera, Paima, Ubalá, Yacopí, Paratebuena, Puerto Salgar, Quetame, Sopó, Tenjo y Tocancipá.

⁵ Esta provincia se compone de 12 municipios: Albán, La Peña, La Vega, Nimaima, Nocaima, Quebradanegra, San Francisco, Sasaima, Supatá, Útica, Vergara y Villeta.

3 DISCUSIÓN DE NORMAS DEL ENTREGABLE 1, MATRIZ DOFA DE NORMATIVA EN CAMBIO CLIMÁTICO Y DISCUSIÓN DE ÁREAS EN QUE PRICC PUEDE TENER ALTO IMPACTO

Partiendo de las normas revisadas en las secciones 2 y 3 y el marco de referencia de las secciones 4 del Entregable 1, y la sección 1 de este documento, se realizan 6 observaciones:

- **ASINCRONÍA ENTRE POLÍTICAS INTERNACIONALES Y OBJETIVOS DE MEDIANO PLAZO DE PAÍSES INDIVIDUALES EN CAMBIO CLIMÁTICO.** Los mandatos del CMNUCC en materia de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero están enfocados en el lenguaje del “deber ser”, y no siempre están sintonizados con las necesidades y aspiraciones de los individuos y los gobiernos de países en desarrollo, como se discute en la sección anterior. Hay todavía poco énfasis en adaptación. Victor y Yueh (2010) afirman que los problemas de seguridad de abastecimiento energético y de reducción del impacto ambiental del uso de la energía se deben a problemas de coordinación entre los grandes actores: China y Estados Unidos, como mayores consumidores y emisores de gases de efecto invernadero; los países de la OPEP y los países de la OECD. La incertidumbre mutua entre productores y consumidores hace que no haya acuerdo sobre el impulso a nuevas tecnologías y magnitud de la inversión. Se requiere un acuerdo entre grandes jugadores de la energía mundial para impulsar más rápidamente la conversión de las energías renovables en negocios rentables, y no en sobrecostos. Esto exige cambiar la arquitectura de los mercados eléctricos para facilitar el ingreso de energías intermitentes y valorizar la inyección de energías intermitentes. Estos autores proponen un nuevo orden similar al existente en el sector financiero, que ha permitido definir concertadamente la dirección del sector. La energía eléctrica se suministra actualmente desde un sistema nacional interconectado
- **DEBILIDAD ESTRUCTURAL, SOBRE-LEGISLACIÓN DEL SISCLIMA Y AUSENCIA DE ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO.** La proyección de las sucesivas decisiones del CMNUCC a nivel nacional, sobre todo las decisiones del Conpes 3700 de 2011 y el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, corre el riesgo de ser inoperante por su gobernanza diluida entre todos los ministerios, y los costos de transacción de llegar a acuerdos en consultas con entidades externas de diferentes orientaciones y objetivos; amén de que no tiene asignaciones presupuestales claras. El MADS tiene escasa posibilidad de liderar la adaptación porque sus competencias no son la gestión de riesgo, ni la formulación y valuación de proyectos. Existe una sobre-legislación que duplica responsabilidades y competencias legales en agua, regulación ambiental, ordenamiento territorial, ordenamiento de cuencas y gestión de riesgo entre las CAR, los POMCAS, los municipios y el SNGRD. La iniciativa de Ricardo Lozano, ex - Director del IDEAM, de crear un Ministerio del Agua, es un paso en gestionar el recurso con criterios integrales de generación de valor, dentro de los que cabe perfectamente la gestión del abastecimiento y el riesgo de inundaciones. Existe exceso de instrumentos de comando y control, sin apelar a los incentivos de los individuos ni en el contexto de las restricciones fiscales, y la expectativa (errónea) de que pueden influir ampliamente o ser útiles para la toma de decisiones en cambio climático.
- **AVANCES SIGNIFICATIVOS EN EL SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES (SNGRD), PERO DEBILIDAD DE SU ACCIÓN TERRITORIAL.** El lenguaje, la orientación y enfoque (dentro del esquema de la gestión internacional de riesgos), el uso de principios económicos de evaluación, la definición de áreas de intervención precisas e instrumentales (a través del esquema de Subcuentas), la gobernanza

y el entendimiento de los aspectos presupuestales, convierten a la Ley 1523 de 2012 en una de las decisiones con mayor potencial de impacto en la política pública del país. Las disposiciones tienen solidez y alcance. Sin embargo, la proyección regional de las decisiones pasa por la delegación de funciones a las CAR y los POMCA, que no poseen competencias en gestión profesional de riesgo.

- **AMPLIO POTENCIAL DE GESTIÓN EN LA ALCALDÍA DE BOGOTÁ.** La presente administración ha adoptado un enfoque conducente a dar un peso importante a la gestión ambiental, de riesgo y de adaptación. Se traduce en que, dentro del Plan de Desarrollo 2012-2016, se destinará para estos temas una suma de USD 838 millones, equivalente al 9.4% del total del presupuesto distrital. Aunque los aspectos institucionales se tratan en otro entregable, debe resaltarse la existencia del Fondo de Atención y Prevención de Desastres (FOPAE), entidad que ha trabajado de la mano del PRICC en repetidas ocasiones. Aunque no se han publicado detalles ni decisiones, el Alcalde ha anunciado la transformación del FOPAE en el Instituto Distrital de Gestión De Riesgos y Cambio Climático. Este potencial puede mejorar si sus acciones se coordinan con la Empresa de Acueducto y con la posible creación de un Ministerio del Agua.
- **RESTRICCIONES PRESUPUESTALES Y MAYORES AMENAZAS EN CUNDINAMARCA; OPORTUNIDADES DE ALIANZA CON ANSPE, SNGRD Y GOBERNACIÓN.** En contraste con las asignaciones absolutas y relativas de Bogotá, la asignación para adaptación y gestión del riesgo en Cundinamarca es de \$23.447 millones, aproximadamente USD 12 millones, equivalentes al 0.3% del total del presupuesto de la Gobernación de Cundinamarca para 2012-2016. Adicionalmente, la Gobernación tiene mayores dificultades de apoyo a los municipios (dispersión espacial); y en los municipios por fuera de la región de la Subzona de Bogotá (tema que se discute en la sección siguiente), los niveles de pobreza, incidencia de la violencia ilegal y amenazas climáticas son superiores a los de la capital. La “física inexorable de las ciudades” que hace que Bogotá se convierta en una megalópolis en unos pocos años puede morigerarse con paquetes agresivos de desarrollo, en los que PRICC puede apoyar la gestión de riesgos de desastres en conjunto con ANSPE, SNGRD y Gobernación.
- **DEBILIDADES Y VACÍOS GENERALES.** No hay normas ni incentivos que atraigan al sector de seguros y reaseguros (actores claves en la gestión integral del riesgo). Hay una gran necesidad de desarrollar herramientas de gestión (formulación y evaluación de proyectos bajo incertidumbre). La llegada del SNGRD al territorio requiere grandes esfuerzos de apoyo técnico, especialmente a nivel de CAR y POMCA, que carecen de formación en gestión profesional de riesgos para poder cumplir eficazmente la función de adaptación basada en ecosistemas que plantea el PNACC (ver Gráfico 9). Finalmente, no existen incentivos ni financiación para I + D + i en investigación básica ni aplicada en mejora genética y entendimiento de la dinámica de los ecosistemas, que permitan anticipar el desarrollo de especies e intervenciones resilientes a aumento en la temperatura media y a cambios hidrológicos extremos. La actual modalidad de financiación de Ciencia, Tecnología e Innovación delega las iniciativas a las entidades territoriales dentro del esquema de regalías. El alcance de las inversiones se limita a lo que se pueda demostrar durante los períodos de gobierno, sin que exista un Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología con capacidad de orientación y fondos para emprender investigaciones de carácter básico y transversal. Los problemas que requieren horizontes de decisiones de más largo plazo, como la oferta de agua y la adaptación al cambio climático, pasan a un segundo plano.

GRÁFICO 9. INTEGRALIDAD DE ENFOQUE DE ADAPTACIÓN

FIGURA 17. VISIÓN INTEGRAL DE LOS ENFOQUES DE ADAPTACIÓN



Fuente: DNP (2013)

La matriz DOFA de *normas* para el cambio climático en Colombia está en la Tabla 1:

TABLA 1. MATRIZ DOFA DE NORMAS PARA GESTIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA REGIÓN CAPITAL

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> -Potencia y estructura de normas del SNGD -Presupuesto y decisión del Plan de Desarrollo de Bogotá 	<ul style="list-style-type: none"> -Funciones sin presupuesto ni gobernanza claros para el PNACC -Falta de presupuesto en el Plan de Desarrollo de Cundinamarca -No hay normas que movilicen fondos para investigación en adaptación agrícola, mejora de capacidades de gestión de riesgo, o atracción del sector de seguros
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> -Paquetes integrales que combinen desarrollo social y económico con adaptación, en alianza con ANSPE, SNGRD y Gobernación -Crear una “banca de inversión” de proyectos de adaptación -Impulsar investigación agrícola con FAO -Creación del Ministerio del Agua y apoyo de su 	<ul style="list-style-type: none"> -Materialización de desastres en Cundinamarca por falta de presupuesto, que pueden afectar por la vía del desplazamiento a Bogotá y perpetuar trampas de pobreza -Balcanización de la gestión ambiental por exceso de instrumentos traslapados y sin presupuesto en

gestión en los municipios más pobres	agua, de riesgo y de cambio climático entre diferentes actores sin capacidad técnica en gestión de riesgo
--------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: elaboración de los autores.

Las consecuencias de este análisis y de la matriz DOFA, en conjunto con la dinámica económica y social de la Región Capital, ayudan a orientar la selección de temas que PRICC puede considerar en su portafolio de actividades. PRICC tiene el potencial de articular redes mundiales de expertos del sistema de Naciones Unidas y de entidades multilaterales y universidades internacionales y locales, centrando su atención a la solución de problemas que no están siendo atendidos en la Región Capital por otros actores.

Los temas clave son el impulso a la investigación agropecuaria y en entendimiento de ecosistemas; la facilitación del papel de los seguros dentro de la estructuración de paquetes de apoyo para la gestión de riesgo de desastres en los municipios de Cundinamarca, el gobierno del agua y la financiación de proyectos en cambio climático:

- La investigación agropecuaria. para disponer de productos resilientes mediante mejora genética permitirá mantener o mejorar la productividad de las regiones más apartadas y evitar que su población caiga en el estado de pobreza extrema.
- Para los economistas y los expertos en riesgo e infraestructura es una sorpresa la ausencia de referencias más recurrentes a los seguros como medio de evitar caer en trampas de pobreza en Colombia. Este nicho requiere acercarse a las técnicas y portafolios de intervenciones, que incluyen además la emisión de bonos catastróficos, derivados climáticos al estilo de los transados en la bolsa de Chicago desde hace casi una década y otros instrumentos de transferencia de riesgo a terceras partes.
- Los paquetes de apoyo a la gestión de riesgo de desastres permitirán también evitar que las pérdidas de activos a causa de riesgos catastróficos perpetúen las *trampas de pobreza* discutidas en el Entregable 1.
- La excesiva legislación del SINA, acompañada de bajas capacidades técnicas en gestión real, hacen que la idea propuesta de creación del Ministerio del Agua tenga sentido. Hay que llegar a la formulación de líneas de acción con presupuesto, gerencia y generación de valor por fuera del sector ambiental.
- En el mundo se dedican muy pocos fondos a la adaptación al cambio climático, dado el énfasis de los países desarrollados en mitigación (de gases de efecto invernadero). Un reto de PRICC será el ayuda a crear una “banca de inversión” que logre financiación adicional mediante proyectos que generen valor económico e incentivos para actores privados, que tienen una lógica distinta a la del “deber ser.”

A continuación se discuten de manera introductoria y se motivan los temas que serán objeto de recomendaciones de intervención para PRICC.

INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA. El 13 y 15 de noviembre de 2013 se llevó a cabo el IV Seminario regional agricultura y cambio climático: Economía y modelamiento, organizado por CEPAL y FAO en Santiago de Chile.⁶

TABLA 2. RAZONES DE CAMBIOS DE PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN ÁFRICA Y ASIA

Evidencia Empírica

-En el Proyecto CCAFS, se preguntaron razones para hacer cambios en prácticas agrícolas en últimos 5 años

-19 sitios, 13 países en África y Asia

Tabla 1: Sitios donde más de 80% de los hogares señalan una razón

Razones	Sitios	Sitios/12 (%)
Mercados	8	67
Tiempo/Clima	5	42
Tierra	2	17
Mano de obra	1	8
Enfermedades y Plagas	1	8
Proyectos	0	0

Tabla 2: Sitios donde menos de 40% de los hogares señalan una razón

Razones	Sitios	Sitios/12 (%)
Mercados	0	0
Tiempo/Clima	4	33
Tierra	3	25
Mano de obra	4	33
Enfermedades y Plagas	9	75
Proyectos	10	83

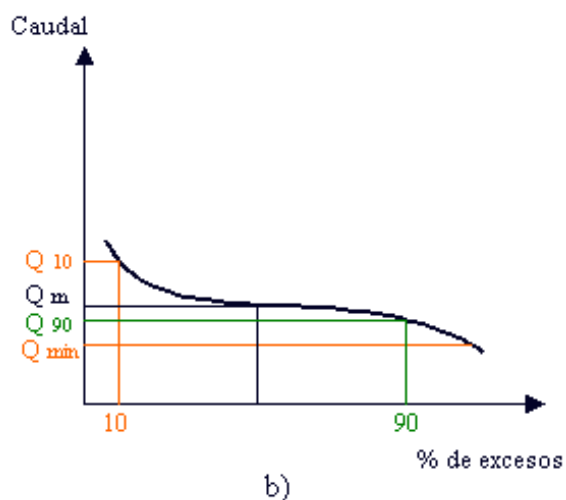
Fuente: Saborío (2013)

En uno de los trabajos presentados, Saborío (2013) encuentra que el cambio del clima es una variable que aparece con persistencia en las decisiones de cambio de prácticas agrícolas en una muestra de proyectos de África y Asia (Ver Tabla 2), especialmente cuando no hay muchas más causas que mencionar (panel derecho de la Tabla 2). Saborío (2013) encuentra una lista típica de decisiones que suceden en la agricultura en presencia de cambio climático: no adaptarse, conservar el suelo, usar diferentes variedades de cultivos, plantar árboles, cambiar las fechas de plantación y el uso de irrigación. Se puede anotar que, salvo la última, todas son medidas “blandas”, y que se podrían profundizar con investigaciones sobre dinámica de ecosistemas y cambio genético, que requieren masa crítica de investigadores y trabajo en redes abiertas y libres de investigación.

SEGUROS Y PAQUETES DE GESTIÓN DE RIESGO. Kunreuther y Pauly (2010) presentan los fundamentos de los seguros contra catástrofes, que son importantes para que los administradores públicos puedan tener una visión integral de cuanto riesgo se retiene, se transfiere o se mitiga (en el sentido financiero, no el ambiental). Antes de ofrecer cobertura contra eventos inciertos a primas aproximadamente iguales al riesgo de pérdida esperada, los aseguradores deben ser capaces de identificar y cuantificar las probabilidades y la severidad de las pérdidas en que podrían incurrir. Los eventos del 11 de Septiembre de 2001, el Huracán Katrina en 2005 y el Huracán de 2013 en Filipinas, por sus grandes impactos financieros y sociales, han revivido el incentivo a estimar y manejar los riesgos de desastres naturales de manera más precisa, encontrando que los datos históricos eran insuficientes para protegerlos de la insolvencia. La herramienta más básica de la práctica de los seguros es la curva de probabilidad de exceder un cierto nivel de una variable. En el Gráfico 10 se presenta una curva de excedencia de caudales en un río, en la que niveles superiores o iguales a Q_{10} , por ejemplo, se presentan el 10% del tiempo. La variable sobre la que se miden los excesos puede ser también pérdidas monetarias.

⁶ <http://www.cepal.org/cgibin/getProd.asp?xml=/ddpe/agenda/0/50500/P50500.xml&xsl=/ddpe/tpl/p3f.xsl&base=/ddpe/tpl/top-bottomuda.xsl>. En este sitio se encuentran otros trabajos de interés para el diseño de intervenciones en agricultura.

GRÁFICO 10. EJEMPLO DE CURVA DE EXCEDENCIA DE CAUDALES



Fuente: <http://www.ingenierocivilinfo.com/2010/03/curva-de-duracion-de-caudales.html>

Un riesgo es *asegurable* si se pueden estimar tanto la probabilidad como el nivel de pérdidas que se pueden incurrir; y si el asegurador puede ofrecer primas diferenciadas a cada usuario o grupo de usuarios, de acuerdo con las probabilidades de sufrir una pérdida o la magnitud de la pérdida. A pesar de que un riesgo sea asegurable, esto no implica que deba comprarse una póliza: solamente si la prima es estrictamente menor a la pérdida esperada es prudente comprarla.

Kunreuther y Pauly (2010) proponen un programa público-privado de seguros contra riesgos catastróficos (i.e., eventos en los que se pierde por lo menos el 15% del valor de un activo), usando primas diferenciadas por exposición al riesgo, y que puede ser una línea de trabajo de PRICC con aliados internacionales y el SNGRD y la ANSPE. Un programa de este tipo está compuesto por varias capas de exposición y responsabilidades, ordenadas como en el Gráfico 10 de la sección 4:

- El *primer nivel* de pérdidas por desastre debe asumirse por las víctimas para inducirlos a adoptar medidas con mayor seguridad y reducir el “riesgo moral” (descuido con oportunismo cuando uno está totalmente asegurado). Estas medidas de autoaseguramiento equivalen a tener un deducible sobre la póliza.
- Las pérdidas de *segundo nivel* podrían cubrirse por parte de las aseguradoras, con base en las coberturas de sus excedentes, su portafolio y su capacidad de diversificar riesgos.
- Por último, el *tercer nivel* estaría compuesta por mecanismos de transferencia de riesgo que incluyen los reaseguros, los bonos catastróficos y otros instrumentos privados, discutidos extensivamente en Kunreuther y Michel-Kerjan (2009).

El documento del Banco Mundial (2010: 102) presenta una aplicación detallada de seguros para compartir riesgos climáticos para el ganado en Mongolia, con un esquema con la misma lógica presentada en el párrafo anterior, pero con simplificaciones razonables que permite reducir los costos de supervisión, usando en el promedio de mortalidad del ganado en un distrito, a cambio de compensar casos individuales. Otro documento del Banco Mundial (Ghesquiere y Mahul 2010) desarrolla detalladamente el papel del estado en la protección financiera contra desastres naturales. El enfoque de microseguros, aplicado no sólo a activos sino a nivel de cosechas, es una de las herramientas clave dentro del marco de eliminación de trampas de pobreza rural. Este enfoque es desarrollado en detalle

por Garrido et ál (2010) y Barrett et ál (2007). Este último estudio desarrolla a fondo los tipos de intervenciones en el formato de trampas de pobreza planteado en el Entregable 1.

FINANCIACIÓN DE LA ADAPTACIÓN. Jackson (2011), en un informe para el Fondo de las Naciones Unidas para el Desarrollo de Capitales, hace notar la escasez de fondos para la reducción del riesgo de desastres y propone una estrategia integral que incluye la asignación eficaz de riesgo y financiación entre los individuos, las firmas de seguros y el estado. Particularmente importante es su propuesta para que el estado en sus diferentes niveles incorpore fondos explícitamente en sus presupuestos; el presupuesto cofinanciado para diferentes niveles de riesgo entre autoridades nacionales y locales, y la participación ordenada de la financiación externa dependen de la buena asignación de riesgos y de la gobernanza para evitar incentivos perversos. El World Resources Institute de la Universidad de Columbia (WRI) mantiene una discusión permanente sobre adaptación al cambio climático, incluyendo sus aspectos financieros. El WRI (2013) resalta los déficits presupuestales en las jurisdicciones más pobres, pero a pesar de su inmensa visibilidad y peso académico, su esfuerzo se orienta hacia el “accountability” y la participación ciudadana, más que a la discusión de instrumentos financieros para atraer recursos a la adaptación. Por los problemas de “riesgo moral” propios de la gestión de riesgos, no puede existir financiación sin una asignación integral de los riesgos por niveles, como se discutió en el ítem anterior. La presencia de firmas aseguradoras y de fondos públicos serán los indicadores de factibilidad de la inversión en medidas estructurales (obras civiles de alto calado). En Cundinamarca se podría establecer un proyecto piloto con apoyo internacional que sirviera de efecto demostración de las bondades de la asignación correcta de riesgos y responsabilidades y permitiera diseñar una política escalable.

GOBERNANZA DEL AGUA. El reto central de la gestión integral del agua es la inmensa dispersión y traslape de competencias en diferentes ministerios y niveles de gobierno, sin coordinación, visión unificada o presupuesto. Es complejo separar el agua como recurso generador de valor de su aspecto destructivo. Es ineficaz poner la responsabilidad de la gestión de cuencas (esfuerzo loable desde la integralidad) en dirección del sector ambiental porque en tradición de gestión aparece como guardián de los recursos y no como promotor de generación de valor económico y social apropiable por los ciudadanos. La gestión de riesgo de desastres por inundación o sequía a nivel local carece de capacidades y presupuesto. Por ello, la creación de un Ministerio del Agua es una buena iniciativa, siempre y cuando se oriente bajo la creación de valor económico amplio, incorpore bajo una visión única la generación de valor y la disminución del riesgo de desastres, e incluya los servicios ambientales de manera orgánica y propositiva. En la Región Capital, la Empresa de Acueducto de Bogotá y el FOPAE, que podrían generar una nueva entidad de gestión integral del recurso, podrían beneficiarse de la articulación brindada por PRICC al generar un Centro de Investigación Aplicada del Agua para toda la Región Capital, apoyado por universidades internacionales y locales, que tenga una línea de trabajo para apoyar a Cundinamarca y sus municipios más pobres en soluciones de mínimo costo de adaptación.

4 RECOMENDACIONES PRELIMINARES PARA PRICC EN LA GESTIÓN DE LOS RIESGOS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LA REGIÓN CAPITAL

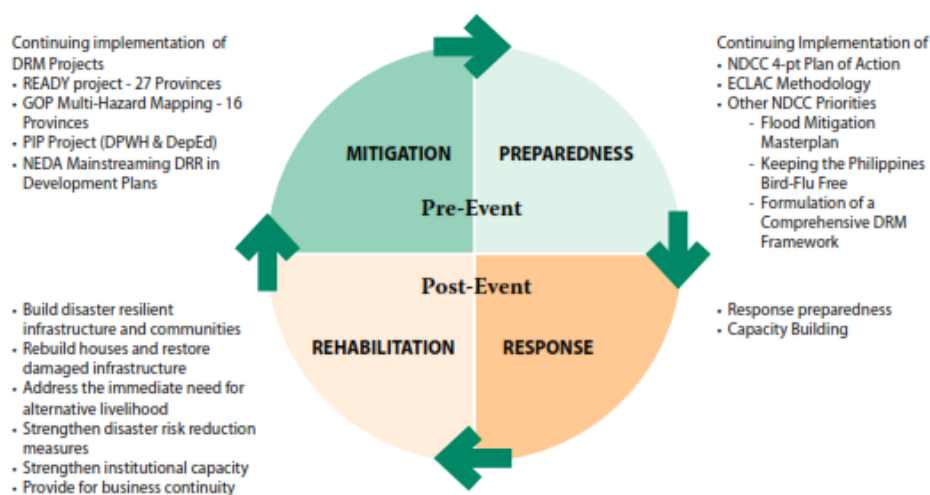
Se propone a PRICC que, para aprovechar mejor su papel coordinador en la Región Capital, y en adición a su papel de buscador de sinergias y de facilitador de acuerdos, impulse programas de gestión del cambio climático con el apoyo de los siguientes principios ordenadores, en el contexto de un crecimiento orgánico y con dinámica propia de la conurbación de la Subsabana de Bogotá y de vaciamiento de la población de los municipios más pobres: proacción más que precaución; difusión del lenguaje técnico de la gestión de riesgo entre los actores; priorización de inversiones con base en costo-beneficio extendido; e identificación de áreas clave para intervenir. Estos asuntos se presentan enseguida.

-INTERVENCIONES BASADAS EN PROACCIÓN. Incluir en la evaluación de proyectos los costos directos a las comunidades y al medio ambiente. Incluir los costos de oportunidad para la nación de reducir el consumo de energía, incluyendo las pérdidas por no transformarla en otras formas de capital (humano,

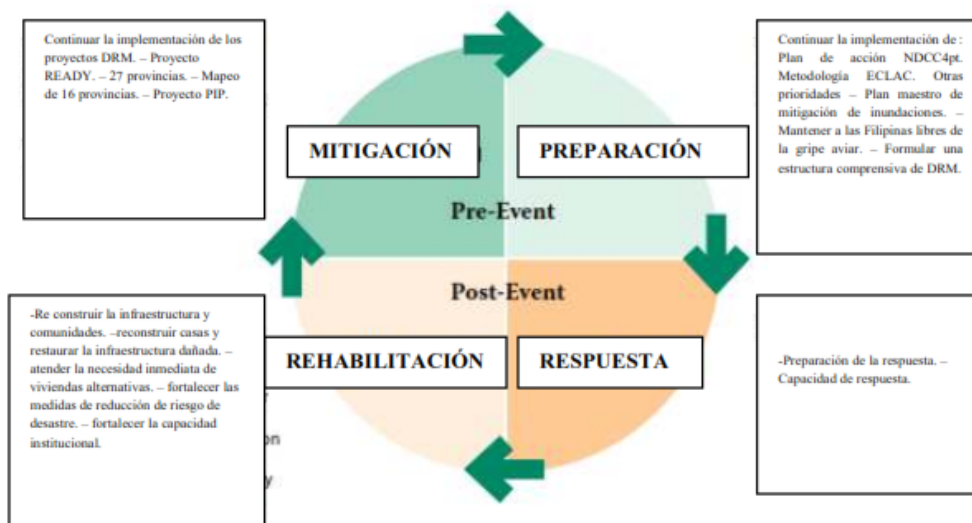
instituciones, capital construido), y por perpetuar trampas de pobreza. Priorizar la vida humana sobre la de otras especies; priorizar los riesgos a la salud humana sobre los riesgos ambientales genéricos; priorizar la mitigación de amenazas inmediatas sobre mitigación a amenazas en el futuro distante. Distinguir entre efectos permanentes y efectos temporales: con cambio tecnológico, los beneficios tienden a ser permanentes, y los costos, temporales. Aprender actuando y no prohibiendo. Dar importancia a los proyectos piloto y el efecto demostración, así como a la transferencia y desarrollo tecnológico en gestión ambiental que genere valor económico y que no sea un sobrecosto a los individuos ni a las empresas. (More, 2004).

-DIFUSIÓN DEL LENGUAJE TÉCNICO DE LA GESTIÓN DE RIESGO ENTRE ACTORES Y PRIORIZACIÓN DE INVERSIONES PÚBLICAS DE ADAPTACIÓN POR ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO EXTENDIDO. La adaptación de métodos científicos de evaluación de costos y beneficios del cambio bajo riesgo incluye: avanzar en el entendimiento de los posibles impactos económicos ante diferentes tipos de eventos (Guha-Sapir y Santos 2013); apoyar la aplicación masiva a nivel municipal y regional del marco de referencia de gestión de riesgo de desastres comúnmente usado a nivel internacional (Gráficos 9, 10 y 11), mencionados en la sección 3; usar métodos de descuento apropiadas de costos y beneficios que ocurrirán bajo incertidumbre en el futuro (Gollier 2013); usar métodos de toma de decisiones públicas bajo incertidumbre profunda (RAND 2003); usar métodos de decisión bajo riesgo catastrófico (Garrick 2008); y darle una solución inter-temporal a las decisiones con respecto al cambio climático en un contexto donde hay necesidades inmediatas altas en primera infancia, solución del posconflicto, salud básica, educación primaria y reducción del retraso de dotación de infraestructura y logística. Yohe (2007) hace un esfuerzo por cuantificar costos y beneficios de reducción de los gases de efecto invernadero sin tener en cuenta el cambio tecnológico, así como Pindyck (2012) plantea un modelo de decisión macroeconómica para determinar el porcentaje del PIB que una sociedad estaría dispuesta a invertir para evitar diversos niveles de impacto negativo del efecto invernadero. Se necesita más estudio para diseñar decisiones costo-eficientes escalables de adaptación, especialmente para el caso de inversiones en jarillones, embalses y obras de irrigación. La experiencia más detallada de diseño de paquetes de gestión local de riesgo de desastres es el patrocinado por Naciones Unidas y la Comunidad Europea en Filipinas ECHO (2008), y puede servir de base para que PRICC incurriera en este campo en Cundinamarca.

GRÁFICO 9. MARCO DE REFERENCIA ESTÁNDAR DE GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES



Source: NDCC, 2007

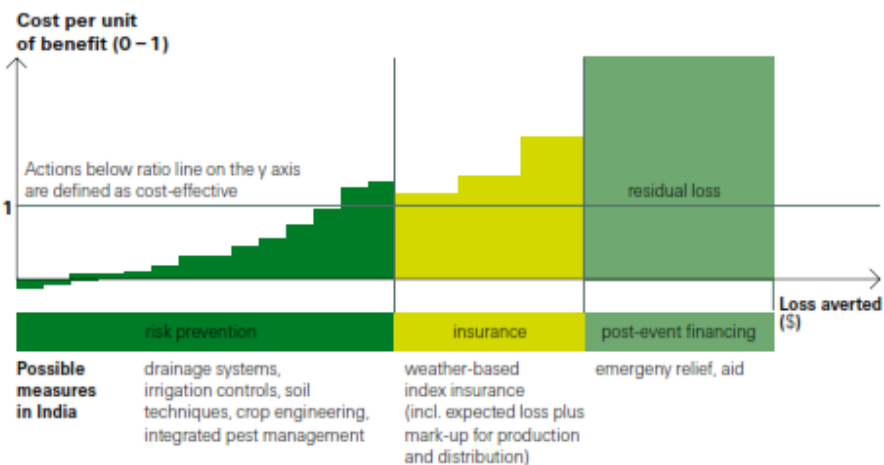


fuente: NDCC, 2007

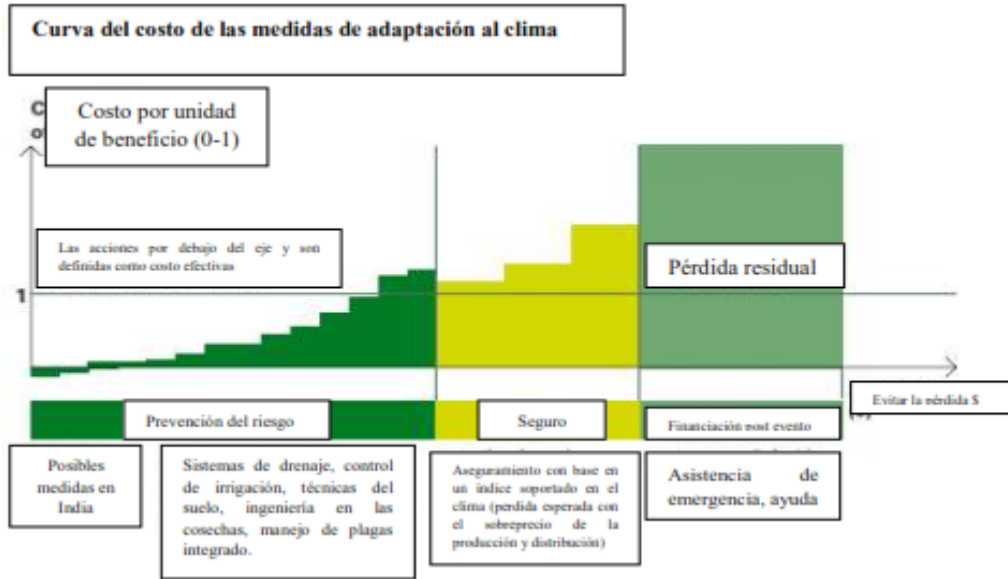
Fuente: ECHO (2008)

GRÁFICO 10. PRIORIZACIÓN ECONÓMICA ESTÁNDAR DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

Figure 3: Cost curve of climate adaptation measures



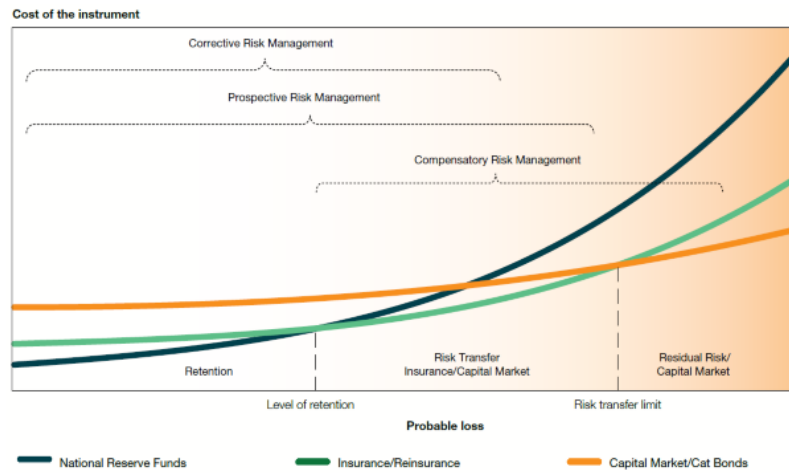
Source: Report of the Economics of Climate Adaptation Working Group 2009



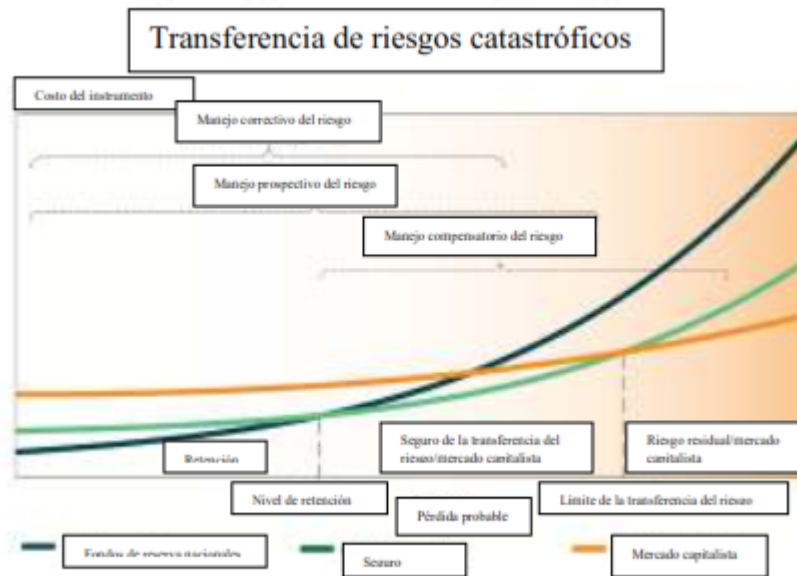
Fuente: Swiss Re (2010)

GRÁFICO 11. METODOLOGÍA ESTÁNDAR PARA LA TRANSFERENCIA DE RIESGOS CATASTRÓFICOS

Transfer catastrophic risk



Fuente: UNFCC (2011)



-ÁREAS DE INTERVENCIÓN CLAVE. Dados los vacíos normativos encontrados, y en concordancia con los temas expandidos en la sección 2 de análisis de normativas, PRICC puede tener alto impacto en la coordinación de un Plan regional de adaptación que incluya paquetes de desarrollo para los municipios más pobres de Cundinamarca, la promoción de adaptación con base en I + D + i en agricultura y ganadería (atrayendo a FAO y universidades nacionales e internacionales), recolección de material genético para preservación y utilización de la biodiversidad, profundización de los mercados de seguros contra catástrofes y métodos de gestión de riesgo a nivel municipal, y un adecuado balance entre medidas blandas (reasentamiento) y duras (inversión en obras civiles), en acuerdo con el SNGRD, el Fondo de Adaptación y la Gobernación de Cundinamarca, la gestión del agua y la estructuración y financiación de proyectos socialmente rentables en adaptación, en conjunto con la banca multilateral (Banco Mundial, BID y CAF) e instituciones de investigación como el IRI de la Universidad de Columbia. En todos estos temas, PRICC puede ser un animador de las relaciones internacionales para trabajo en red, bajo esquemas innovadores.

REFERENCIAS

- Alcaldía Mayor de Bogotá. 2011. Actualización del diagnóstico de la Región Capital: Bogotá-Cundinamarca. Secretaría Distrital de Planeación. Bogotá, D.C.
- Banco Mundial. 2010. *Desarrollo y cambio climático*. World Development Report. Washinton, D.C.
- Barrett, C. B. et ál. 2007. Poverty Traps and Climate Risk: Limitations and Opportunities of Index-Based Financing. New York, NY: Columbia University. The International Research Institute for Climate and Society (IRI).
- Benavides, J. 2013. "Estrategia energética de Colombia en el contexto del cambio climático." En Cárdenas, M. y M. Rodríguez (eds.) *Desarrollo económico y adaptación al cambio climático*. Bogotá, Colombia: Fescol y Foro Nacional Ambiental.
- BP. 2013. *BP Energy Outlook 2012*.
- DNP. 2013. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. ABC: Adaptación Bases Conceptuales. Marco conceptual y lineamientos. Bogotá, D.C.
- Drexler, K. E. 2013. *Radical Abundance – How a Revolution in Nanotechnology will Change Civilization*. New York, NY: PublicAffairs.
- ECHO. Mainstreaming disaster risk management in subnational development – Land use/physical planning in the Philippines. Naciones Unidas y Comisión Europea.
- Fedesarrollo. 2013. Análisis de la situación energética de Bogotá y Cundinamarca. Bogotá, D.C.
- Garrick, B. J. 2008. *Quantifying and Controlling Catastrophic Risks*. Burlington, MA: Academic Press.
- Garrido, A. et ál. 2010. Insurance as an Adaptation to Climate Variability in Agriculture. Madrid, España: CEIGRAM.
- Ghesquiere, F. y O. Mahul. 2010. Financial Protection
- Glaeser, E. L. 2011. "Engines of Innovation." *Scientific American* 305: 50-55. September.
- Gollier, C. 2013. *Pricing the Planet's Future – The Economics of Discounting in an Uncertain World*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Guha-Sapir, D. e I. Santos (eds.). 2013. *The Economic Impact of Natural Disasters*. New York, NY: Oxford University Press.
- Jackson, D. 2011. Effective Financial Mechanisms at the National and Local Level for Disaster Risk Reduction. Fondo de las Naciones Unidas para el Desarrollo de Capitales.
- Khosla, V. 2011. "Black Swan thesis of energy transformation." Disponible en http://www.khoslaventures.com/wp-content/uploads/2012/02/Black_Swan_8_28_11.pdf
- Kunreuther, H. y M. V. Pauly. 2010. "Insuring against Catastrophes." Capítulo 10 en Diebold, F. X. et ál (eds.) *The Known, the Unknown, and the Unknowable in Financial Risk Management*. Princeton, NJ: Princeton University Press. Ps. 210-238.

Kunreuther, H. y E. O. Michel-Kerjan. 2009. *At War with the Weather – Managing Large-Scale Risks in a New Era of Catastrophes*. Cambridge, MA: The MIT Press.

Kurzweil, R. 2005. *The Singularity is Near*. New York, NY: Penguin.

More, M. 2004. "The Proactionary Principle."

Disponible en <http://www.extropy.org/proactionaryprinciple.htm>

National Economic and Development Authority. 2008. Mainstreaming Disaster Risk Reduction in Subnational Development and Land Use/Physical Planning in the Philippines. Manila, Filipinas.

Panayotou, T. 1993. "Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development, Working Paper WP238 Technology and Employment Programme, Geneva: International Labor Office.

Pindyck, R. S. 2012. "Uncertain outcomes and climate change policy." *Journal of Environmental Economics and Management* 63: 289-303.

RAND. 2003. *Shaping the Next One Hundred Years – New Methods for Quantitative, Long-Term Policy Analysis*. Santa Monica, CA: RAND.

Saborío, M. 2013. Economía de la adaptación de la agricultura al cambio climático: donde estamos y retos pendientes. Cuarto Seminario regional agricultura y cambio climático: economía y adaptación. Santiago de Chile: CEPAL-FAO. 13 y 14 de noviembre.

Soto, A. 2012. "Cambio climático en Colombia: hacia un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones en carbono." Bogotá. D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Swiss Re. 2010. *Weathering Climate Change: Insurance solutions for more resilient communities*. Zurich, Suiza.

Tol, R. S. J. 2009. "The Economic Effects of Climate Change." *Journal of Economic Perspectives* 23: 29-51.

Victor, D. G. y L. Yueh. 2010. "The New Energy Order." *Foreign Affairs* 89: 61-73.

World Resources Institute. 2013. *Adaptation Finance*. Disponible en: <http://www.wri.org/our-work/project/adaptation-finance>

Yohe, G. 2007. Capítulo 6 en Lomborg, B. (ed.) *Solutions for the World's Biggest Problems – Costs and Benefits*. Cambridge, MA: Cambridge University Press. Páginas 103-124.

VI. CARACTERIZACIÓN DE ACTORES (PÚBLICOS, PRIVADOS Y DE LA SOCIEDAD CIVIL) Y DE LOS ARREGLOS INSTITUCIONALES EXISTENTES, NECESARIOS EN LA GESTIÓN REGIONAL DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y PROPUESTA DE AJUSTES A LOS PRINCIPALES INSTRUMENTOS IDENTIFICADOS RESPECTO A SU IMPACTO TERRITORIAL, DE MANERA QUE CONFIGUREN POTENCIALES MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.

CIDER - UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

RESUMEN

Los actores y los instrumentos que tienen relación con la política de Cambio Climático –CC- son numerosos. Estos además han crecido a lo largo de la última década y muestran, de una parte, el interés de las autoridades estatales por el tema pero, de otra hacen muy compleja la gestión del CC en el entorno local. La proliferación de la legislación y el mayor número de actores y de instrumentos de política requieren ordenarse bajo un nuevo marco institucional. La propuesta de creación de un Ministerio del Agua se considera positiva, en primera instancia. El diseño institucional para el CC tiene experiencias internacionales importantes, razón por la cual se adelantó una revisión de un grupo de experiencias con énfasis comparativo entre países. Se identificaron tendencias que deben tenerse en cuenta en el caso colombiano; entre ellas no tomar como dado un modelo institucional de otro país y, por el contrario, concentrarse en desarrollar uno propio. A continuación se presenta un resumen de las principales recomendaciones, que se agregan a las planteadas en el Entregable 2.

- Se debe profundizar la utilización oportuna de la información científica tanto para dar conocer la magnitud del problema como para servir de respaldo a la definición de una agenda de investigación y seguimiento del CC en las regiones.
- Es necesario descentralizar la política de CC. Además cuando la capacidad institucional local sea débil, es mejor fortalecerla con programas de apoyo.
- Se recomienda utilizar el marco institucional existente de programas similares o del mismo sector y, evaluar la posibilidad de que la política de cambio climático se adelante en forma integral con lo que se denomina *gobernanza del agua*.
- El gobierno nacional debe concentrarse en liderar (no ejecutar) el tema del CC y en lograr que sea parte central de la agenda pública.
- La política de CC debe tener en cuenta en entorno social, económico y político, y las necesidades y preferencias de la población y los gobiernos locales.

1 CONTEXTO

Si bien el Cambio Climático –CC- es un problema que cada vez tiene mayor reconocimiento en la agenda internacional y en las agendas nacionales, aún falta mucho camino por recorrer para consolidar una institucionalidad fuerte y estable que garantice la atención mediante políticas y programas este gran reto de carácter internacional. La formulación de principios y la firma de acuerdos internacionales sobre el CC, no garantizan *per se* que se desarrollen políticas uniformes en todos los países; por el contrario la revisión del estado del arte de lo institucional en algunos países desarrollados muestra que su desarrollo es muy dispar. El desarrollo de toda política pública, inclusive una que se considera exógena como el CC, tiene aciertos y errores en su desarrollo. Así, países muy similares en sus condiciones sociales, económicas y políticas como Noruega y Suecia tienen resultados muy diferentes en el desarrollo de las políticas y programas de atención al Cambio climático (Meadowcroft 2009). Los resultados diversos se extienden a otras regiones y por esto una conclusión central de algunos trabajos que han adelantado el ejercicio de comparación de la instrumentalización de las políticas de CC entre países se explica por la forma en que se ha desarrollado la institucionalidad de esta política. Los aciertos y errores se encuentran en las buenas o malas decisiones y en las prácticas que se han adelantado.

Nada diferente a esta tendencia se encuentra para el caso colombiano y la Región Capital, Bogotá – Cundinamarca.⁷

Así mismo, la revisión de experiencias internacionales nos muestra que el desarrollo institucional de una política pública debe tener en cuenta las condiciones políticas, económicas, geográficas y sociales del país o región que se quiera atender. Así, para el caso colombiano hay unos condicionantes objetivos y estos se extienden a la región capital. En primer lugar Colombia es un país unitario (central), no federal, pero descentralizado en sus políticas. Segundo, tiene una geografía compleja y diversa, con variedad de pisos térmicos, de bosques, de regímenes de lluvias diferentes, con un patrimonio eco ambiental amplio y con una utilización de los recursos naturales diferente por regiones y, el grado de desarrollo regional varía radicalmente entre departamentos.

Colombia igualmente se debe entender como un país de ingresos medios que ha tenido un buen desempeño económico en los últimos años y que presenta un crecimiento sostenido del PIB per cápita en las últimas tres décadas. Para la Región Capital se encuentra además que su centro social y económico es Bogotá, una ciudad que al incluir sus municipios limítrofes llega los 10 millones de habitantes y a los municipios de la Subsabana se acerca a los 12 millones. Baste recordar que el PIB per cápita de la Región Capital es un 25% mayor al promedio nacional, tiene un sector de la construcción muy dinámico y jalona los indicadores en este sector. La región igualmente tiene un nivel de desempleo mucho menor y una política social positiva que le permite, tener en promedio, menores niveles de población pobre y por debajo de la línea de miseria.

Para la Región Capital son muy importantes estas tendencias pues indican que a largo plazo se dará un aumento del consumo de servicios públicos muy por encima del crecimiento de la economía. Esto se explica porque entre mayor sea el estrato de una familia, consume más de agua y energía. Por ejemplo, la expansión de la construcción de vivienda en la sabana de estratos altos, significa una mayor demanda de agua de estos municipios. Baste mencionar que una familia de estrato 5 y 6 consume per cápita hasta 3 veces más agua y energía que una familia de estrato de estratos 1 y 2.

De otra parte, las instituciones ambientales tienen un desarrollo equívoco en los últimos años. De un parte, se encuentra que hay críticas generalizadas a las Corporaciones Autónomas Regionales –CARs- y, se encuentran críticas a la alta centralización del Ministerio del Medio Ambiente, la que no se corresponde con la mayoría de esfuerzos que por su naturaleza se dan necesariamente en las regiones. En la Región Capital se encuentran esfuerzos por coordinar políticas entre el departamento, los 116 municipios y la capital. Sin embargo, ha sido difícil mantener una política de compromiso estable entre estos gobiernos. El acuerdo de voluntades de las dos administraciones anteriores de Bogotá y Cundinamarca y los esfuerzos de la mesa de planificación regional de hace más de diez años no lograron la continuidad necesaria. Hay esfuerzos importantes recientes. Este punto se analiza más adelante.

La Región Capital se encuentra en una coyuntura especial en los últimos años. La Niña de los años 2010 y 2011 trajo un nivel de lluvias mucho más alto del promedio y puso a prueba la capacidad de respuesta de las autoridades de la región. De acuerdo con Schutze hay una fuerte evidencia que nos indica que en los últimos años hay cambios importantes en el clima de la ciudad que deben atendidos con una política estructural. Estos cambios son:

"(i) Inundaciones súbitas en las riberas del Río Bogotá y sus afluentes. Ríos Tunjuelo, Fucha, Salitre y Torca, (ii) Aumento frecuencia de vendavales, (iii) Incendios de coberturas vegetales en zonas altas con ecosistemas de Alta Montaña como Páramos y Bosques Andinos cerca del 80% del área del D.C., (iv) Mayor frecuencia de tormentas eléctricas, (v) Mayor frecuencia de eventos extremos como Heladas y Granizadas", (vi) Aumento frecuencia de olas de calor y sequías, (vii) Aumento de los rayos ultravioleta y, (viii) Hundimientos.

⁷ Si bien hay muchas definiciones territoriales de la Región Capital, en este entregable se asume la región de la Subsabana de 21 municipios que incluye a la capital Bogotá, Fusagasugá y Girardot.

Bogotá desde hace años viene aplicando medidas para protegerse de este tipo de riesgos. Por ejemplo, la construcción de los canales de agua lluvia tiene contempladas las inundaciones más altas conocidas para 50 años (construcción de cemento) y para las inundaciones más altas en 100 años (berma o espacio en grama). Por esto es prohibido la siembra de árboles o cualquier tipo de construcción en las rondas de estos canales de agua. Estas normativas muy claras son de la Empresa de Acueducto de Bogotá y de la planeación de la ciudad. Así mismo en relación con el cambio climático el acuerdo 391 de 2009 dicta lineamientos para la formulación del Plan Distrital de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y la resolución 6524 de 2011 crea el Grupo Interno de trabajo sobre Cambio Climático en la Secretaría de Medio Ambiente.

Los temas del CC igualmente fueron abordados años atrás por el gobierno nacional. Se desarrolló una institucionalidad específica para la atención de este tema. En el Departamento Nacional de Planeación el tema es coordinado por la Subdirección Ambiental, en el Ministerio del Medio Ambiente se cuenta con la Dirección de Cambio Climático y el Grupo de Mitigación de Cambio Climático, entre otros. Cabe mencionar que el último Plan Nacional de Desarrollo – PND- Prosperidad para Todos incluye varias estrategias que buscan desarrollar iniciativas para enfrentar el Cambio Climático. Entre las que se pueden destacar: (i) Mesa REDD que propicia un espacio de discusión con la Sociedad civil para que sus propuestas sean escuchadas. La mesa incluye diversas ONG´s nacionales e internacionales como Natura y Fondo Acción, entre otras. Igualmente se creó la red interinstitucional de Cambio Climático y seguridad Alimentaria –RICCLISA-, liderada por el Ministerio de agricultura. Esta red busca aportar a la sostenibilidad del sector agropecuario y la seguridad alimentaria.

El presente documento adelanta un análisis de los principales actores que se relacionan con la toma de decisiones en Cambio Climático en la Región Capital (Bogotá y Cundinamarca) así mismo de los arreglos institucionales vigentes en la región capital. Si bien se adelantó una detallada revisión del marco normativo y de las instancias de decisión, el trabajo se concentra en las que se consideran de mayor relevancia para el tema de estudio. En la primera parte se plantean los conceptos que se usarán en el resto del documento. En la segunda parte se presentan en forma esquemática los principales actores de mayor importancia en la Región Capital (cabe mencionar que los actores son de diversos sectores ya que el cambio climático es un asunto intersectorial) y de los instrumentos de política puestos en marcha hasta el presente. El listado de actores es amplio y abarca a todos los niveles de gobierno. Los mismos tienen muy bien definidas sus tareas pues el marco normativo ha sido muy detallado en esto. Así mismo, se encontró que los instrumentos de política se concentran en dos tipos y se dejan de lado otro tipo de instrumentos, en particular los económicos que no han tenido mayor desarrollo.

En la tercera parte se discuten los instrumentos de política y los arreglos institucionales más utilizados para poner marcha una política para el CC en la región. En la literatura revisada se hacen comparaciones entre países desarrollados de la institucionalidad que estos pusieron en marcha, de los pasos y de los principios básicos que tuvieron en cuenta en el momento de diseñar estas políticas. El abanico de posibilidades es amplio y los enfoques diversos. En algunos trabajos se presta especial atención en el fortalecimiento del nivel central y en otros premian la descentralización. Algunos trabajos proponen construir una nueva institucionalidad para el CC en tanto que otros recomiendan relacionar esta política con otros temas como del gobierno del agua. Muy similar a lo que propone el Plan de Desarrollo del Bogotá. En general, se encuentra una gran preocupación por los temas institucionales, en la necesidad de articular las políticas de CC con otras políticas estatales y, en dar un papel activo a los gobiernos regionales y locales. En últimas, las diferencias institucionales entre países son notables y las decisiones de política que se tomen son el tema central.

Finalmente aunque no hace parte de este trabajo, la lectura de trabajos recientes permitió entender que la construcción de un gobierno para el CC es un tema complejo y no tiene una fórmula única. Se debe corregir cuando lo diseñado no sea lo apropiado, y por esto la flexibilidad se convierte en un elemento centro en el diseño institucional del mismo. Igualmente, lo que se decida para atender el CC debe tener en cuenta condiciones objetivas del país y la región en donde se quiere poner en marcha esta política. El nivel de desarrollo económico, el tamaño de la población, la dependencia de la economía de los recursos

naturales, la valoración económica de los recursos ambientales y las condiciones sociales de los habitantes (pobreza, ruralidad, analfabetismo, etc.) deben ser tenidos en cuenta.

2 METODOLOGÍA - DEFINICIONES BÁSICAS

Con el fin de precisar que se entiende por CC y las otras definiciones importantes de relevancia para el objeto de estudio, se incluyen las siguientes tablas que recopilan las utilizadas en los informes del IPCC y el SREX⁸ 2012. Ver Tablas 1 y 2. La Tabla 2 se considera complementaria de la Tabla 1 e incluye nuevas definiciones, aunque en lo esencial tienen el mismo espíritu.

TABLA 1 - DEFINICIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO IPCC

La Convención Marco de las Naciones Unidas **sobre el Cambio Climático, define el cambio Climático como:**

“cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables”.

Esta definición es aceptada por Colombia mediante la ley 164 de 1994. Ley que ratifica la convención marco de las Naciones Unidas celebrada en mayo de 1992.

“La adaptación al *cambio climático* se refiere a los ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos IPCC 2004. Se pueden distinguir varios tipos de adaptación, entre ellas la preventiva y la reactiva, la pública y privada, o la autónoma y la adaptación...planificada.”⁹

El Panel Intergubernamental del Cambio Climático -IPCC se refiere a la adaptación como:

“ (los) ajustes a los sistemas naturales o humanos en respuesta a los estímulos actuales o esperados del clima o sus efectos para moderar los daños o explotar las oportunidades benéficas. En términos de la diversidad biológica, la adaptación exitosa es un ajuste que hace un ecosistema o comunidad a un ambiente nuevo o cambiante, sin una simplificación, pérdida en su estructura, funciones y componentes”. El manejo adaptativo es uno de los principios del Enfoque Ecosistémico y está orientado a responder a las cambiantes condiciones sociales y ecológicas. Se sustenta en el hecho de que el cambio es inevitable y por tanto debe ser tenido en cuenta en cualquier acción de manejo ecosistémico”.

“La vulnerabilidad es la incapacidad de un sistema para absorber sin traumatismos los efectos de una amenaza (Wilches - 2011)”.

⁸ Informe Especial sobre la Gestión de Riesgos de Eventos Extremos y Desastres en América Latina y el Caribe. http://www.ipcc-wg2.gov/SREX/images/uploads/SREX-SPMbrochure_FINAL.pdf

⁹ IPCC. *Climate Change 2001: Impacts; Adaptation and Vulnerability*, IPCC Third Assessment Report, Cambridge University Press, Cambridge, 2001, disponible en: <http://www.ipcc.ch/pdf/>. Convenio de Diversidad Biológica, Cuaderno Técnico N.º 25, Montreal, Canadá, 2006.

“Resiliencia. **Cambio que un sistema puede soportar conservando la estructura y funcionalidad; un sistema que se puede organizar y generar la habilidad de construir y aumentar su capacidad para el aprendizaje y la adaptación**”.

TABLA 2. GENERALIDADES Y DEFINICIONES SREX 2012

Informe desarrollado por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) con el objeto de brindar asesoría específica sobre el Cambio Climático y los eventos meteorológicos climáticos extremos. El informe considera el papel del desarrollo en fomentar la exposición y la vulnerabilidad, sus implicaciones para el riesgo de desastre, y las interacciones entre desastres y desarrollo. Examina cómo las respuestas humanas a los eventos extremos y los desastres podrán contribuir a los objetivos de la adaptación, y cómo la adaptación al cambio climático podría integrarse.

Algunas de las conclusiones más importantes para la región son:

1. *Existe la necesidad de que los países reevalúen su vulnerabilidad y exposición para manejar adecuadamente el riesgo de desastre, se requiere que esto se integre en los procesos de planificación.*
2. *Se necesitan nuevos diagnósticos del riesgo de desastre que tomen en cuenta el cambio climático.*
3. *Es importante fortalecer las alianzas existentes y establecer nuevas para reducir el riesgo. 4. Es necesario fortalecer la integración de mecanismos financieros y programáticos para sostener la adaptación y gestión del riesgo en todos los sectores del desarrollo.*
4. *Es importante resaltar el riesgo de desastre cambiante relacionado con el clima para los formuladores de políticas regionales.*
5. *Se requiere reafirmar la importancia de mitigar los gases de efecto invernadero a nivel mundial para evitar los peores extremos climáticos y impactos en América Latina y el Caribe.*
6. *Se debe considerar que, en algunos casos, los eventos climáticos extremos de hoy serán el clima 'normal' del mañana, así los eventos climáticos extremos del mañana desafíen la capacidad de manejar los cambios.*
7. *Se requieren políticas de desarrollo y económicas más eficientes que consideren el riesgo de desastre cambiante como un componente clave.*

A continuación se hace referencia a algunas definiciones que vale la pena destacar enunciadas en el informe:

Cambio climático: un cambio en el estado del clima que puede ser identificado por cambios y/o variabilidad en sus propiedades y que persiste por un periodo extendido, por décadas o más tiempo. Este cambio se puede deber a procesos naturales internos o a fuerzas externas, o a cambios antropogénicos persistentes en la composición de la atmósfera o en el uso del suelo.

Vulnerabilidad: el estar propenso o la predisposición a ser adversamente afectado.

Desastre: alteraciones severas en el funcionamiento normal de una comunidad o una sociedad debido a eventos físicos al azar interactuando con condiciones sociales vulnerables que llevan a efectos adversos desde el punto de vista humano, material, económico o ambiental que requieren una atención de emergencia inmediata para satisfacer las necesidades críticas humanas y pueden requerir apoyo externo para la recuperación.

Riesgo de desastre: la probabilidad de la ocurrencia de alteraciones severas en el normal funcionamiento de una comunidad o sociedad en un específico periodo de tiempo, debido a eventos físicos al azar interactuando con condiciones sociales vulnerables que llevan a efectos adversos desde el punto de vista humano, material, económico o ambiental que requieren una atención de emergencia inmediata para satisfacer las necesidades críticas humanas y pueden requerir apoyo externo para la recuperación.

Manejo del riesgo de desastre: procesos para diseñar, implementar y evaluar estrategias, políticas y medidas para mejorar la comprensión del riesgo de desastre, fomentar la reducción del riesgo de desastre y transferencia y promover el mejoramiento continuo en la preparación para la respuesta al desastre y prácticas de recuperación, con el propósito explícito de incrementar la seguridad humana, bienestar, calidad de vida, resiliencia y desarrollo sostenible.

Adaptación: en sistemas humanos, el proceso de ajuste al clima actual o esperado y sus efectos con el propósito de moderar el daño o explotar oportunidades de beneficio. En los sistemas naturales el proceso de ajuste al clima actual y sus efectos, la intervención humana puede facilitar dicho ajuste.

Resiliencia: la habilidad de un sistema y de sus partes constitutivas, para anticipar, absorber, acomodar, o recuperarse de los efectos de un evento ocurrido al azar en un tiempo y de manera eficiente, asegurando la preservación, restauración o mejoramiento de sus estructuras esenciales y funciones básicas.

El informe SREX, es un documento de gran importancia ya que relaciona directamente al Cambio Climático con la Gestión del Riesgo de Desastres, toma en cuenta los temas de la vulnerabilidad, extremos climáticos (del pasado y proyecciones a futuro), le da importancia al manejo del riesgo de desastres, adaptación y también trata el tema de los riesgos cambiantes. También analiza diferentes escenarios que deben considerarse al momento de la toma de decisiones.

Seguidamente se presentan las definiciones de los términos: actores, instrumentos de política e instituciones que son utilizados en este trabajo tanto para el análisis como para la elaboración de las tablas resumen de cada uno de los tres conceptos anteriormente mencionados para el caso colombiano. Debe mencionarse que si bien hay otras definiciones, se consideró que estas son las más reconocidas en la literatura de gestión pública y en específico en la literatura que se refiere a temas ambientales.

CLASIFICACIÓN DE ACTORES

El término actor designa a aquel que actúa tanto a nivel individual como colectivo, la noción de actor en las políticas públicas tiene dos dimensiones: la contribución del actor en el proceso político y el impacto o influencia de dicha contribución en el resultado (Boussaguet 2009).

Hufty (2009) plantea la existencia de una relación entre actores, recursos y poder o capacidad de influenciar sobre la naturaleza de la trama de relaciones, reglas y procedimientos establecidos y clasifica a los actores en tres tipos:

Actores estratégicos, definidos como todo individuo, organización o grupo con recursos de poder suficientes para impedir o perturbar el funcionamiento de las reglas o procedimientos de toma de decisiones y de soluciones de conflictos colectivos.

Actores relevantes, los que están involucrados en la trama institucional y poseen los recursos necesarios para considerarse estratégicos, pero no movilizan sus recursos o son dominados en el proceso.

Actores secundarios que no tienen poder para cambiar las reglas de juego.

INSTRUMENTOS DE POLÍTICA

TABLA 3. INSTRUMENTOS DE POLÍTICA

DE REGULACIÓN DIRECTA. CONOCIDOS COMO DE COMANDO Y CONTROL	La autoridad define la meta a la que se quiere llegar. Dentro de esta categoría se encuentran las leyes, normas, permisos, licencias, concesiones, autorizaciones, evaluaciones de impactos ambientales y las normas oficiales. Se trata de la forma tradicional de hacer cumplir la ley llevada al campo de la conducta ambiental.
INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN O ADMINISTRATIVOS	También pueden ser considerados de regulación directa porque son definidos por la autoridad y deben ser seguidos por los particulares para evitar sanciones. Se encuentran: programas de planeación, preservación, restauración y protección al ambiente, ordenamiento ecológico del territorio y la regulación de los asentamientos humanos, otorgamiento de licencias permisos y demás modos de adquirir el derecho a usar los recursos naturales previstos en las diferentes legislaciones. La licencia ambiental ha sido el instrumento predominante dentro de esta categoría.
INSTRUMENTOS ECONÓMICOS	Representan las regulaciones normativas y/o de formación de precios que se basan en los intereses y motivaciones económicas de los actores (industria, agricultores, usuarios de vías públicas y medios de transporte o población en general) para impulsar objetivos de política ambiental. Se dirigen a hacer que las fuerzas del mercado sean las propiciadoras del cumplimiento de las metas ambientales de la sociedad.
INSTRUMENTOS DE FOMENTO	Son las acciones tendientes a la promoción o inhibición de ciertas conductas o actividades desde una perspectiva voluntaria, sin un incentivo económico o un elemento coercitivo, sino por el convencimiento. Se destacan las estrategias de educación, capacitación y sensibilización definidas para ciertos grupos con fines bien delimitados, los procesos de certificación y las actividades de afiliación voluntaria como son los mecanismos de autorregulación y auditorías, estos generalmente están acompañados o son complementarios a otros. La educación, investigación, asistencia técnica y la información ambiental.

Fuente: Elaboración a partir de Cortina, 2007 y Rodríguez-Becerra & Espinoza, 2002.

Los instrumentos de política son aquellas herramientas que promueven, restringen, orientan o inducen a la consecución de ciertos objetivos de política plenamente definidos.

Los instrumentos ofrecen un conjunto de opciones para responder a los problemas ambientales, cabe mencionar que un plan es la combinación de uno o más instrumentos, así como de otras actividades que pueden incluir obras físicas de conservación, prevención o restauración.

Los instrumentos de política, son un medio o herramienta para diseñar planes con el propósito de alcanzar los objetivos perseguidos por las políticas (Rodríguez-Becerra & Espinoza, 2002). La Tabla 3 hace referencia a cuatro tipos diferentes de instrumentos de política. A su vez en la tabla 4 presentan los principales instrumentos de política en Colombia y en la región capital (se clasifican según la información de la Tabla 3).

DEFINICIÓN DE INSTITUCIONES

Por último, las instituciones son *“las reglas de juego en una sociedad... son las limitaciones ideadas por el hombre que dan forma a la interacción humana”* (North, 1993, p. 16). Por su parte, Ostrom las define como conjuntos de reglas de trabajo o en uso que se utilizan para determinar quién tiene derecho a tomar las decisiones en cierta área, cuales acciones están permitidas o prohibidas.

“Las organizaciones se crean con un propósito deliberado, como consecuencia de la oportunidad, la cual es debida al conjunto de limitaciones existentes... y en el curso de sus empeños por lograr sus objetivos constituyen una fuente principal del cambio institucional” (North, 1993, p 16).

Por *arreglo institucional* se entiende el conjunto de instituciones formales e informales que afectan directamente al mismo problema de política pública o problema administrativo; así el rol principal del Estado es lograr una coordinación adecuada entre las instituciones involucradas en determinado tema, en nuestro caso el CC, ver Pabón:2012.

ACTORES E INSTRUMENTOS DE POLÍTICA EN COLOMBIA Y LA REGIÓN CAPITAL

En las Tablas 4 y 5 se presenta un resumen de los actores y de los instrumentos de política que guardan alguna relación con el Cambio Climático. La lista de instrumentos de políticas es amplia, la gran mayoría son de comando y control y planeación. Algunos instrumentos son económicos pero son la minoría. Al final del cuadro se presenta un breve análisis de estos instrumentos.

El trabajo identificó 29 actores (ver Tabla 4) del sector ambiental; de estos, dos o tres se consideran muy importantes pues su peso específico les permite con decisiones modificar las reglas del juego sobre los temas relacionados con el CC. Esta lista es útil en la medida que permite entender cuáles son los actores que participan en los arreglos institucionales sobre el tema y quienes en últimas son los encargados de utilizar los instrumentos de política que se diseñen. Una primera mirada igualmente muestra que la mayoría de los actores son del nivel nacional y que, recientemente han aparecido nuevos actores de la mano con el reconocimiento de la importancia del cambio climático en las políticas públicas.

INSTRUMENTOS DE POLÍTICA PARA CAMBIO CLIMÁTICO

Al analizar los instrumentos de política existentes relacionados con el CC se encuentra que hay una gran cantidad de instrumentos de política en la legislación ambiental¹⁰. Muchos de estos se orientan ya sea directa o indirectamente con temas relacionados con el cambio climático. Entre estos instrumentos predominan los de regulación directa y de planificación, que se consideran importantes pues dan el marco adecuado acorde con la tendencia internacional de tener una legislación amplia y comprensiva en esta materia. Igualmente en estos instrumentos se crean fondos públicos relacionados con el cambio climático y la gestión del riesgo y, hay notorios avances desde el año 2012 en el diseño de instrumentos en materia de gestión de riesgos. Con esto uno de los temas centrales como lo es la atención de

¹⁰ Existen dos clases de políticas públicas ambientales, las *explícitas* y las *implícitas*. Las políticas explícitas se refieren a las que se originan en los organismos centrales ambientales de la administración pública, son generadas por los ministerios de medio ambiente y/o los consejos ambientales; las políticas implícitas son decisiones que se toman en otros ámbitos de la política pública o en los sectores productivos y que influyen en la transformación del medio ambiente, pueden hacer parte de acuerdos multilaterales o de políticas y legislaciones económicas y sociales (Gligo, 1997 citado por García, 2007).

desastres y la rápida respuesta a problemas derivados del CC, a diferencia de años anteriores, tiene una rápida respuesta desde el gobierno nacional. Igualmente los gobiernos territoriales han diseñado sus planes de gestión del riesgo y la mayoría de estos el CC hace parte de los mismos.

A pesar de los aspectos positivos de los instrumentos de política vigentes, se encuentra que uno de los instrumentos de política más comunes son los estudios de impacto ambiental y los planes de manejo ambiental. Sin embargo, estos planes son indicativos, aunque sean leyes, ordenanza o decretos, y su misma existencia no garantiza su ejecución. Así mismo, en ocasiones no se cuenta con la información suficiente para la validación de estos estudios, con lo cual se pierde la posibilidad de ajustar la toma de decisiones que tengan gran impacto en materia ambiental.

Igualmente, a pesar de la gran cantidad de instrumentos de planificación en todos los niveles de gobierno: nacional, regional, departamental y municipal, falta articulación entre las instituciones y entidades relacionadas; por ejemplo los planes de gestión del riesgo deberían estar articulados en todos los niveles, pero en la realidad no se evidencia dicha articulación. Relacionado con lo anterior, la existencia de tantos instrumentos en ocasiones puede confundir a las autoridades territoriales; además, si no hay coordinación y comunicación de estos planes y proyectos no se logra la sinergia esperada con el trabajo mancomunado entre los niveles de gobierno. Así mismo, si bien en la región capital hay los instrumentos de política en los temas de gestión del riesgo y el CC hay que fortalecer la aplicación de dichos instrumentos en el territorio. El paso de lo normativo a lo operativo es de los temas más complejos en toda política pública. Lo anterior es el reflejo de la necesidad de integrar los instrumentos de política en el tema ambiental con los de gestión del riesgo.

De otra parte, hay que utilizar los Planes de Manejo de Cuenca a escala regional, con el objeto de establecer las cuencas como regiones prioritarias para la conservación y manejo de ecosistemas fundamentales para la adaptación al cambio climático. Los POMCA son más o menos recientes pero se pueden convertir en una herramienta básica para el desarrollo de la política de CC.

A su vez, hay que corregir uno de los problemas de los instrumentos actuales, la falta de desarrollo de instrumentos económicos. Estos han demostrado ser muy útiles y en Colombia no hay mayor desarrollo de los mismos. Por ejemplo, los seguros pueden generar los incentivos adecuados para que algunas medidas para adaptarse al cambio climático sean costo eficientes.

Por último, las políticas relacionadas con la adaptación y/o mitigación de los efectos del cambio climático se deben entender como ejes articuladores del territorio, un aspecto por mejorar es que estos instrumentos, la legislación e iniciativas en esta materia son cambiantes según el mandatario (nacional, departamental o municipal) del momento, lo que en varios casos no permite dar soluciones y crear planes a largo plazo que realmente permitan atacar estructuralmente estos temas. Una revisión de la tabla 4 es útil para entender el alcance de los instrumentos de política en Colombia que tienen incidencia en la Región Capital.

En la Tabla 4 se registran instrumentos de tipo ley o norma que, en muchas ocasiones, se identificaron en el Entregable 1.

TABLA 4. INSTRUMENTOS DE POLÍTICA EN COLOMBIA Y LA REGIÓN CAPITAL

TIPO DE INSTRUMENTO	INSTRUMENTO	EXPLICACIÓN/ PROGRAMAS Y PROYECTOS
INSTRUMENTO DE COMANDO Y CONTROL	Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 Prosperidad para Todos	Gestión ambiental para el desarrollo sostenible. Delimitación de áreas de especial importancia ecológica, fortalecimiento de la gestión del recurso hídrico, implementación de la Política Nacional de Cambio Climático, creación del Sistema Nacional de Cambio Climático y fortalecimiento institucional.
LEY ORGÁNICA DEL PLAN DE DESARROLLO LEY 152 DE 1994	Ley 1450 de 2011	Gestión del riesgo de desastres, buen gobierno para comunidades seguras. Fortalecimiento del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, dar asistencia técnica a las entidades territoriales en el manejo del riesgo, fortalecimiento de la Dirección de Gestión del Riesgo, fortalecimiento de los Comités Regionales para la Atención y Prevención de Desastres (CREPAD), y los Comités Locales para la Prevención y Atención de Desastres (CLOPAD).
		Canasta y eficiencia energética. Establecimiento de los mecanismos e instrumentos para suplir la demanda con energéticos de calidad, de manera confiable, y que a su vez contribuyan con la conservación del medio ambiente, aseguramiento de una provisión de energía eléctrica eficiente, promover el uso eficiente de energía en el país.
	Plan de desarrollo Cundinamarca 2012 – 2016 Cundinamarca calidad de vida Ordenanza 128 de 2012	Programa Gestión del Riesgo y adaptación al cambio y variabilidad climática. Sistema Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres, articulado a subsistemas municipales de prevención de desastres. La adaptación al cambio y variabilidad climática se incorpora como variable fundamental de los procesos de revisión general de los Planes de Ordenamiento Territorial y como variable clave del Modelo de Ocupación Territorial.
		Programa territorio soporte para el desarrollo. Acciones con el propósito de planificar y ordenar el territorio, reconociendo su potencial y diversidad para mejorar las oportunidades y la calidad de vida de su población. Construcción de un modelo de ocupación del territorio, que sea ambientalmente sostenible con equilibrio funcional.
		Programa bienes y servicios ambientales patrimonio de Cundinamarca. Garantizar el derecho al ambiente sano con calidad de vida para la población, preservando la oferta de bienes ambientales para asegurar la prestación de servicios derivados de los mismos, con especial énfasis en las áreas de interés hídrico, la reducción y compensación de emisiones de gases efecto invernadero, reducción de la huella de carbono, Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL), investigación científica y tecnológica aplicada a la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad. Sus estrategias son: Protección y aseguramiento del recurso hídrico, Conservación y manejo de ecosistemas estratégicos y Cundinamarca Neutra.
		Programa gestión del riesgo y adaptación al cambio y variabilidad climática. Fortalecimiento de las capacidades de las administraciones municipales y regionales para integrar el cambio climático y la Gestión del Riesgo en la planeación territorial e intervenciones en procesos a nivel social, económico y ambiental; se reducirán las vulnerabilidades de la población y del territorio frente a los efectos del cambio, la variabilidad climática y la gestión del riesgo; se desarrollarán capacidades de investigación y análisis de riesgo.
		Programa Cundinamarca Verde Calidad de Vida. Promover el desarrollo sostenible del sector forestal como

	<p>una alternativa de desarrollo.</p> <p>Programa recuperación, rehabilitación y restauración de la estructura ecológica principal y de los espacios del agua. Recuperación de estos espacios como elementos ordenadores del territorio, que contribuyan a la reducción de la vulnerabilidad que se deriva del cambio climático, a partir de la apropiación social y ambiental. Consolidación de estrategias regionales de adaptación al cambio climático que garanticen la sostenibilidad de bienes y servicios ambientales y la gobernanza del agua.</p> <p>Programa estrategia regional territorial frente al cambio climático. Busca la definición de líneas estratégicas de acción y portafolios de proyectos de mitigación y adaptación frente a la variabilidad y el cambio climático hacia la reducción de la vulnerabilidad ecosistémica e hídrica del distrito capital y su entorno regional.</p> <p>Los proyectos prioritarios de este programa son: 1. Planificación territorial para la adaptación y la mitigación frente al cambio climático. 2. Páramos y biodiversidad. Concertar estrategias regionales orientadas a garantizar la sostenibilidad de bienes y servicios ambientales y la gobernanza del agua. 3. Disminución de emisiones de CO2.</p> <p>Programa Bogotá territorio en la región. Los proyectos prioritarios del programa son: 1. Institucionalización de la integración regional, busca la adopción de los mecanismos institucionales mas adecuados para poner en marcha los programas y proyectos que armonicen el desarrollo de la región con los contenidos en el plan de desarrollo, con énfasis en la protección de ecosistemas estratégicos y del recurso hídrico. 2. Coordinación del desarrollo regional. Propone establecer unos acuerdos mínimos para la definición compartida de políticas y decisiones en materia de usos del suelo, provisión de agua, infraestructura de transporte e instrumentos de financiación territorial. 3. Cooperación regional. Se propone generar las condiciones requeridas para realizar un intercambio horizontal de conocimientos y experiencias que permitan fortalecer las capacidades de gestión pública.</p>	
Plan de desarrollo económico, social y ambiental y de obras públicas para Bogotá D.C. 2012-2016 Bogotá humana Acuerdo 489 de 2012		
INSTRUMENTO DE COMANDO Y CONTROL LEYES 1450 Y 1454 DE 2011	Contratos Plan	Instrumento de planeación para el desarrollo territorial que se materializa mediante un acuerdo de voluntades entre los diferentes niveles de gobierno, se estructuran alrededor de una visión compartida de desarrollo regional, a partir de la cual se define un eje estratégico central; este eje funciona como articulador de las apuestas territoriales, nacionales y sectoriales identificadas como prioritarias en los planes de desarrollo (DNP, 2013).
INSTRUMENTO ECONÓMICO LEY 164 DE 1995 CONVENCIÓN MARCO DE LAS	Mecanismo de desarrollo limpio MDL Fondos de	Es un instrumento basado en el mercado de reducción de emisiones que se aplica en los sectores que generan emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI). Permite a los países industrializados (que se han comprometido a reducir su emisión de gases efecto invernadero) a implementar proyectos que reduzcan las emisiones de gases en los territorios de los países en desarrollo; las reducciones Certificadas de las Emisiones (CERs) - generadas por tales proyectos pueden ser utilizadas por los países industrializados para cumplir con su cuota de reducción de emisiones (Minambiente, 2013). El artículo 11 de la Convención dispone la creación de un mecanismo para proveer recursos financieros a los

NACIONES UNIDAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO	financiación	países en desarrollo, en 1998 la COP (Conferencia de las partes) designó al Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF) como la entidad operacional de este mecanismo financiero (Minambiente & DNP, 2002). Los Acuerdos de Marrakesh, establecieron tres nuevos fondos de financiación: el fondo especial para cambio climático y el fondo para los países menos desarrollados bajo la Convención, y el fondo para la adaptación bajo el Protocolo de Kioto; el GEF es la entidad operacional de estos tres fondos de financiación, adicionalmente a su área de trabajo en cambio climático (Minambiente & DNP, 2002).
INSTRUMENTO DE COMANDO Y CONTROL. LEY 19 DE 1958	CONPES Máxima autoridad nacional de planeación. Organismo asesor del Gobierno. Los documentos CONPES orientan el desarrollo del país.	CONPES 3242 del 2003 - Propone la estrategia nacional para la venta de servicios ambientales de mitigación de cambio climático, enmarcado en el Plan Nacional de Desarrollo “hacia un Estado comunitario 2003 – 2006). Abraca 4 aspectos: definición de la política de venta de servicios ambientales de mitigación de Cambio Climático; consolidación de una oferta de reducciones de emisiones verificadas; mercadeo internacional de la oferta de reducciones de emisiones verificadas; coordinación, seguimiento y evaluación de la estrategia. CONPES 3700 del 2011. Establece la estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia, resalta la necesidad de comprender y actuar frente a este fenómeno como una problemática de desarrollo económico y social.
INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN LEY 388 DE 1997 LEY 1454 DE 2011	Ordenamiento territorial	Instrumento de planificación y de gestión de las entidades territoriales y un proceso de construcción colectiva de país, que se da de manera progresiva, gradual y flexible, con responsabilidad fiscal, tendiente a lograr una adecuada organización político administrativa del Estado en el territorio, para facilitar el desarrollo institucional, el fortalecimiento de la identidad cultural y el desarrollo territorial. Decreto 619 de 2000 Adopta el POT para Bogotá fue modificado por el Decreto Distrital 364 de 2013.
INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN LEY 99 DE 1993 DECRETO 1220 DE 2005	Plan de gestión ambiental	Es el conjunto detallado de actividades, orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia, y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad. Decreto 456 de 2008. Reforma el Plan de Gestión Ambiental del Distrito Capital. En el artículo 8 del decreto dentro de los objetivos de la gestión ambiental distrital se establecen: <u>la estabilidad climática</u> , en el que se plantea gestionar y ejecutar proyectos y actividades orientadas bajo los preceptos y objetivos globales, para la reducción de los impactos y la adaptación al cambio climático y orientar el ordenamiento, construcción y funcionamiento del tejido urbano para proteger la región frente a los efectos del cambio climático previsible. <u>Gestión ambiental de riesgos y desastres</u> , se espera contribuir a las acciones destinadas a la prevención, mitigación, control, compensación y restauración de los daños ambientales potenciales o reales al ambiente que sean efecto de fenómenos naturales o acciones humanas.
	Licencia ambiental	Autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de un proyecto, obra o actividad, que pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje.

	Estudios ambientales	Diagnóstico ambiental de alternativas, tendrá como objeto suministrar la información para evaluar y comparar las diferentes opciones que presente el peticionario, bajo las cuales sea posible desarrollar un proyecto, obra o actividad. Estudio de impacto ambiental, es el instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades que requieren licencia ambiental y se exigirá en todos los casos en que se requiera licencia ambiental de acuerdo con la ley y este reglamento.
INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN	Plan de gestión ambiental regional PGAR	Es el instrumento de planificación estratégico de largo plazo de la Corporación Autónoma Regional para el área de su jurisdicción. Permite orientar su gestión e integrar las acciones de todos los actores regionales con el fin de que el proceso de desarrollo avance hacia la sostenibilidad de las regiones. El PGAR tiene una vigencia de mínimo 10 años. Las Corporaciones Autónomas Regionales tienen la responsabilidad de la formulación del PGAR en coordinación con las entidades territoriales de su jurisdicción y los representantes de los diferentes sectores sociales y económicos de la región.
DECRETO 1200 DE 2004	Plan de acción trienal PAT	Instrumento de planeación de las Corporaciones Autónomas Regionales, en el cual se concreta el compromiso institucional de estas para el logro de los objetivos y metas planteados en el Plan de Gestión Ambiental Regional. Se definen las acciones e inversiones que se adelantarán en el área de su jurisdicción y su proyección será de 3 años.
INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN	Plan de Acción Cuatrienal PACA	Busca integrar las acciones e inversiones de la gestión ambiental de las entidades ejecutoras principales del Sistema Ambiental del Distrito Capital (SIAC), armonizando los compromisos ambientales del Plan de Desarrollo vigente, con los objetivos y estrategias del Plan de Gestión Ambiental para el cuatrienio. Su formulación lo realizará cada entidad ejecutora principal del Sistema Ambiental del Distrito Capital (SIAC) según sus funciones, competencias o el impacto ambiental generado por las mismas. El PACA es resultado de la consolidación de los Planes de Acción Cuatrienales Ambientales formulados por las entidades ejecutoras principales del Sistema Ambiental del Distrito Capital (SIAC) remitidos a la Secretaría Distrital de Ambiente.
DECRETO 509 DE 2009	Planes de desarrollo local y Planes ambientales locales	Las localidades participan en la ejecución del Plan de Gestión Ambiental (PGA), formulando y adoptando el componente ambiental de sus respectivos Planes de Desarrollo Local, a través de los Planes Ambientales Locales, en los que a partir del diagnóstico ambiental local, se priorizan y proyectan las acciones e inversiones de la gestión ambiental a ejecutar en las localidades del Distrito Capital durante el cuatrienio, en el marco del Plan de Desarrollo Local.
	Planes Institucionales de Gestión Ambiental PIGA	El análisis descriptivo e interpretativo de la situación ambiental se refiere a las sedes administrativas y operacionales, y de su entorno inmediato, así como de la administración de equipamientos y vehículos de las entidades distritales, para concretar los proyectos y acciones ambientales en el marco de los programas del Plan Institucional de Gestión Ambiental, con el fin de dar cumplimiento a los objetivos de ecoeficiencia del Plan de Gestión Ambiental (PGA).
INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN	Plan nacional gestión del Riesgo de Desas-	Es el instrumento que define los objetivos, programas, acciones, responsables y presupuestos, mediante las cuales se ejecutan los procesos de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y de manejo de desastres, en

ECONÓMICOS Y DE FOMENTO	tres. Estrategia nacional para la atención de emergencias	el marco de la planificación del desarrollo nacional.
LEY 1523 DE 2012 POLÍTICA NACIONAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES	Planes departamentales, distritales y municipales de gestión del riesgo y estrategias de respuesta	Las autoridades departamentales, distritales y municipales formulan y concertan con sus respectivos consejos de gestión del riesgo, un plan de gestión del riesgo de desastres y una estrategia para la respuesta a emergencias de su respectiva jurisdicción, en armonía con el plan de gestión del riesgo y la estrategia de respuesta nacionales. El plan y la estrategia, y sus actualizaciones, serán adoptados mediante decreto expedido por el gobernador o alcalde. Los programas y proyectos de estos planes se integrarán en los planes de ordenamiento territorial, de manejo de cuencas y de desarrollo departamental, distrital o municipal y demás herramientas de planificación del desarrollo, según sea el caso.
	Sistema Nacional de Información para la gestión del riesgo de desastres	Es un sistema que debe integrar contenidos de todas las entidades nacionales y territoriales, con el propósito de fomentar la generación y el uso de la información sobre el riesgo de desastres y su reducción y la respuesta a emergencias en el territorio nacional y ofrecer el apoyo de información que demandan los gestores del riesgo en todos los niveles de gobierno.
	Fondo Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres	El Fondo Nacional de Calamidades creado por el Decreto 1547 de 1984 y modificado por el Decreto-ley 919 de 1989, se denomina desde el 2012 Fondo Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y continuará funcionando como una cuenta especial de la Nación, con independencia patrimonial, administrativa, contable y estadística. Sus objetivos son la negociación, obtención, recaudo, administración, inversión, gestión de instrumentos de protección financiera y distribución de los recursos financieros necesarios para la implementación y continuidad de la política de gestión del riesgo de desastres que incluya los procesos de conocimiento y reducción del riesgo de desastres y de manejo de desastres.
	Fondos territoriales	Fondos Territoriales. Las administraciones departamentales, distritales y municipales, constituyen sus propios fondos de gestión del riesgo bajo el esquema del Fondo Nacional, como cuentas especiales con autonomía técnica y financiera, con el propósito de invertir, destinar y ejecutar sus recursos en la adopción de medidas de conocimiento y reducción del riesgo de desastre, preparación, respuesta, rehabilitación y reconstrucción.
INSTRUMENTO ECONÓMICO	Amonestación escrita	Llamada de atención escrita a quien presuntamente ha infringido las normas ambientales sin poner en peligro grave la integridad o permanencia de los recursos naturales, el paisaje o la salud de las personas.
NORMATIVO LEY 1333 DE 2009	Sanciones	<i>Revocatoria o caducidad de la licencia, permiso, concesión, autorización o registro</i> , consiste en dejar sin efectos los actos administrativos a través de los cuales se otorgó la licencia ambiental, permiso, autorización, concesión o registro.

INSTRUMENTO DE PLANEACIÓN DECRETO 1629 DE 2002	DE POMCA - Plan de Manejo y ordenamiento de Cuenca	<p data-bbox="688 222 1946 354">de La ordenación de una cuenca tiene por objeto principal el planeamiento del uso y manejo sostenible de sus recursos naturales renovables, de manera que se consiga mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca y particularmente de sus recursos hídricos.</p> <p data-bbox="688 354 1946 386"><u>Resolución 2473 de 2005, "por la cual se declara en Ordenación la Cuenca hidrográfica del Río Tunjuelo".</u></p> <p data-bbox="688 386 1946 451"><u>Resolución 3181 de 2007, Por la cual se crean los consejos de cuenca dentro del perímetro urbano de los ríos Tunjuelo y Fucha y se dictan disposiciones sobre su funcionamiento.</u></p> <p data-bbox="688 451 1946 487"><u>Resolución 2818 de 2006, por medio de la cual se declaró en ordenación la cuenca del río Fucha</u></p>
---------------------------------------------------	----------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ACTORES EN CAMBIO CLIMÁTICO

El número de actores públicos que participan en mayor o menor medida en los temas de CC es muy amplio (ver Tabla 6). Esta tabla incluye los actores que se consideran importantes para los gobiernos territoriales y que tienen la capacidad de incidir en las decisiones de las autoridades locales o tienen un efecto directo con sus decisiones en la política de Cambio Climático. Entre estos actores se encuentran el sector minero, la UPRA, las UMATAS, el sector energético (UPME). Más adelante se hace un análisis y una clasificación de los actores que tienen que ver con el cambio climático CC. Por su parte, la Tabla 7 hace referencia los actores relevantes de la gestión del riesgo, tema altamente relacionado con el CC. A continuación se hacen anotaciones sobre los actores importantes que no hacen parte del sector ambiental.

Del sector minero se debe mencionar que el *boom* de los títulos mineros de la última década y la expansión de la llamada locomotora minera cambiaron en forma definitiva el panorama del sector minero y su relación con las autoridades locales. La respuesta de una buena parte de las autoridades locales no se hizo esperar y muchas de ellas se opusieron a la expansión del sector minero. En el momento se identifica una tensión clara entre el sector minero y ambiental y de estos a su vez con las autoridades locales. Las autoridades de los territorios entienden que estos dos sectores son muy centralizados y dejan de lado que las autoridades elegidas por voto popular deben atender en forma prioritaria su propuesta de gobierno expresada en la lógica que une la política con la planeación y la presupuestación: programa de gobierno > plan de desarrollo > plan operativo anual de inversiones > presupuesto anuales > seguimiento y monitoreo de la ejecución del plan de desarrollo. Los sectores minero y ambiental deben apropiarse de las bondades de tener gobiernos territoriales autónomos y fuertes y, que no es apropiado entender a estos como simples ejecutores de sus políticas.

Existen diferentes tipos de explotaciones mineras y no todos los minerales son iguales. En las primeras se encuentran desde minería a gran escala hasta la artesanal. Dado el impacto tan diverso sobre la vida local las autoridades territoriales deberían ser partícipes de las decisiones de los grandes proyectos de minería y estos tener en cuanta los diversos impactos que estos proyectos tienen en los municipios, de nuestro interés en el uso y la preservación del agua.

En relación con el CC, las autoridades locales y departamentales tienen tareas básicas que desarrollar. La elaboración del plan de gestión del riesgo es una de ellas, en donde se incluye el tema del CC; otra es la administración del servicio del agua en su jurisdicción. Las empresas de servicios públicos domiciliarios de saneamiento básico son responsabilidad de las autoridades locales. La garantía de este servicio en algunos casos puede estar afectada por la expansión minera y por lo tanto se debe apoyar a las autoridades locales para que garanticen el servicio y evitar efectos negativos por las explotaciones mineras. Igualmente se debe adelantar un balance detallado de si los planes locales de gestión del riesgo incluyen el CC entre sus políticas. Hay que tener en cuenta que es en la vida local en donde se debe poner en marcha los proyectos que atienden los problemas del CC. En resumen, hay que fortalecer a los actores locales para que entiendan que la gestión del riesgo y la atención al CC o están altamente relacionadas, e inclusive, en algunos casos se puede entender como una única política.

El sector energético tiene relación directa con las políticas de CC cuando se interviene el territorio para construir represas, con lo cual se inundan territorios potencialmente importantes para el sector agrícola y que pueden afectar cuencas hidrográficas. Años atrás estas decisiones no se consultaban con las autoridades locales y ahora el status es diferente. Además de las licencias ambientales, los actores locales se preocupan del plan de expansión de generación eléctrica y el impacto en sus territorios. Sin embargo, una de las ventajas que tiene el potencial conflicto por la expansión de la generación de energía, es que el mismo es un mercado altamente desarrollado, en donde los precios son regulados e incluyen todos los costos que se consideren necesarios para garantizar el servicio de energía, una rentabilidad razonable para las empresas y la garantía que se hacen las inversiones necesarias para tener una oferta de energía estable en el tiempo a precios competitivos. Es posible que en el largo plazo se puedan incluir en estas tarifas los costos ambientales, entre ellos los del uso del agua y de manera indirecta los posibles del CC.

Esta solución de mercado infortunadamente no se encuentra en el sector de saneamiento básico en donde las tarifas no reflejan toda la complejidad que hay detrás de la producción y comercialización de agua potable. Tener como parámetro de comparación al sector minero energético es importante para este sector. La Región Capital produce muchas menos energía de la que demanda y por tanto tiene alta dependencia del sistema interconectado. Por esto no se debe descartar que a largo plazo la región deba producir más energía eléctrica, si bien con la construcción de la estación de Villanueva este problema se supera a medio plazo.

Por su parte, el sector agrícola y algunos proyectos pecuarios son lo más grandes consumidores de agua; por ejemplo en la producción de leche el consumo de agua animales y para la producción de pastos es una prioridad, sin agua de buena calidad no hay leche calidad. Esto hace que las autoridades locales y algunos casos las CARs, gestionen y garanticen el abastecimiento de agua para estos productores. Las UPRA y las Umata (Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria) son actores centrales en estas tareas. Las Umatas se pueden encargar de garantizar que la producción agrícola difunda buenas prácticas parara el uso correcto del agua en el municipio. Adicionalmente las UPRAs contribuyen con esta labor ya que proponen lineamientos, criterios técnicos e instrumentos para planificar el uso eficiente del suelo rural y el agua, teniendo en cuenta la vocación del territorio ya sea para fines agropecuarios o forestales, lo que permite la adopción de políticas públicas de desarrollo rural y de seguridad alimentaria.

Finalmente los municipios con altos indicadores de pobreza se convierten en actores importantes para atender la gestión del riesgo y el Cambio Climático dada la alta vulnerabilidad que estos tienen. Por su baja actividad económica estos municipios pueden quedar involucrados en un círculo vicioso (trampa de pobreza) en el cual los malos resultados económicos los convierten en expulsores de población económicamente activa. Así, estos se alejan de su vocación agrícola o pecuaria y dejan de abastecer de alimentos a los municipios medianos y grandes. Hay que anotar que en Cundinamarca hay identificado este tipo de municipios que se caracterizan por tener poca población, ser altamente rurales y alejados de los circuitos económicos y por ende con muy baja capacidad fiscal. Este atraso puede afectar su capacidad institucional para atender políticas como la del cambio climático y deben ser apoyados con políticas que los discriminen positivamente.

El PNUD, mediante su Proyecto “Integración de riesgos y oportunidades del cambio climático en los procesos nacionales de desarrollo y en la programación por países de las Naciones Unidas”, Cardona (2013) elaboró el documento *Informe mapeo institucional actores relacionados con el abordaje del cambio climático en Colombia* que se constituye en un importante insumo para este debate, la Tabla 5 presenta un resumen de sus principales conclusiones¹¹. En resumen se encuentra que sus conclusiones son coincidentes con la literatura reciente que se consultó sobre esta materia.

TABLA 5. INFORME MAPEO INSTITUCIONAL ACTORES RELACIONADOS CON EL ABORDAJE DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA

Cardona (2209) hace un gran esfuerzo por identificar los actores nacionales más relevantes en el tema del Cambio Climático en el país, a partir de entrevistas, documentos del sector ambiental y demás información disponible sobre el tema. De cada Institución se identificaron las iniciativas relacionadas con CC. El documento es uno de los insumos del PNUD para el abordaje del tema en el PRICC.

Los actores de mayor relevancia identificados corresponden a: Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreis, Cruz Roja Colombiana, WWF, Universidad Nacional de Colombia, Universidad del Cauca, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA, Unidad

Administrativa del Sistema de Parques Nacionales Naturales, Instituto de Investigaciones Alexander Von Humboldt.

También se hace referencia a los principales proyectos sobre CC desarrollados en el país haciendo énfasis en dos proyectos de gran importancia: Proyecto piloto nacional de adaptación al cambio climático (INAP) y Programa conjunto integración de ecosistemas y adaptación al cambio climático en el macizo colombiano.

En el documento se destaca la importancia de las mesas de trabajo interinstitucional y se identificaron las siguientes: mesa nacional de sensibilización y adaptación del público sobre cambio climático; Programa distrital de acción frente al cambio climático y Mesa interinstitucional de cambio climático-PDAFCC del Distrito Capital; Mesa de concertación de cambio climático de Región Capital; Nodo regional de cambio climático eco-región Eje Cafetero; Mesa regional de cambio climático del sur de Colombia; Red de apoyo en cambio climático y seguridad alimentaria; Mesa de salud y cambio climático; Mesa de gestión del riesgo y cambio climático, entre otras.

El documento se constituye en uno de los mayores esfuerzos del PNUD por recoger la información de la institucionalidad en CC. Presenta un panorama general de la situación del país en esta materia, se constituye en un insumo muy valioso para la presente investigación.

Dentro de las conclusiones del documento vale la pena destacar:

- El CC no es abordado exclusivamente por las instituciones gubernamentales, cada vez hay más participación de la sociedad civil, ONG's, entre otros.
- El CC se está abordando desde varios sectores no exclusivamente del sector ambiental.
- El manejo del tema se está comenzando a realizar de manera descentralizada.
- El CC y sus implicaciones está llamando la atención de los organismos de cooperación internacional.

TABLA 6. LISTA DE ACTORES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA Y LA REGIÓN CAPITAL

NIVEL	ACTOR	FUNCIONES	COMENTARIOS
1	Nacional Departamento Nacional de Planeación https://www.dnp.gov.co/	<p>Depende directamente de la Presidencia de la República. Entidad eminentemente técnica que impulsa la implantación de una visión estratégica del país en los campos social, económico y ambiental, a través del diseño, la orientación y evaluación de las políticas públicas colombianas, el manejo y asignación de la inversión pública y la concreción de las mismas en planes, programas y proyectos del Gobierno.</p> <p>Entre las funciones que pueden estar directamente relacionadas con el tema climático cabe mencionar: -Brindar apoyo técnico a las entidades públicas del orden nacional y territorial para el desarrollo de sus funciones en los temas de su competencia, - Participar en la evaluación de los proyectos de inversión privada, nacional o extranjera en los que sea parte el Gobierno Nacional.</p> <p>- Participar y apoyar a las entidades en las gestiones de financiamiento externo o interno en sus los planes, programas y proyectos de desarrollo económico, social, institucional y ambiental.</p>	<p>La subdirección territorial y de inversión pública y la dirección de desarrollo territorial sostenible, que son las que pueden tener relación directa con el tema del cambio climático.</p>
2	Nacional Dirección de gestión del riesgo – Ministerio del interior y de Justicia http://www.mij.gov.co/eContent/CategoryDetail.asp?idcategory=229&IDCompany=2&Name=Gestio	<p>Es la dependencia coordinadora del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres. El decreto 93 de 1998 que establece el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (instrumento que define políticas, objetivos, estrategias, acciones y programas mediante los cuales se deben orientar las actividades interinstitucionales para la Gestión del Riesgo). El proceso de prevención que es de carácter permanente ya que el territorio colombiano se considera vulnerable a la mayoría de fenómenos naturales tales como inundaciones, deslizamientos, maremotos y sismos. Sus estrategias son: conocimiento sobre riesgos de origen natural o antrópico, incorporación de la Prevención y Reducción del Riesgo en la Planificación, fortalecimiento del Desarrollo Institucional y socialización de la Prevención y la Mitigación de Desastres.</p>	
3	Nacional Ministerio de Agricultura https://www.minagricultura.gov.co/Paginas/inicio.aspx	<p>El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural MADR, ha financiado proyectos de investigación en adaptación y mitigación del cambio climático para el sector agropecuario en asociación con otras organizaciones como CORPOICA, la Universidad Nacional.</p> <p>Por otro lado, el MADR participa del Proyecto de Apoyo a la Prevención de Desastres en la Comunidad Andina (PREDECAN), que entre otros busca facilitar a los países de la subregión la superación de las limitaciones y el avance hacia una efectiva incorporación de la gestión del</p>	

riesgo y la adaptación al cambio climático en el sector agropecuario.

- | | | | | |
|---|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | Nacional | UPRA Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

http://www.upra.gov.co/html/mision_vision.html | Creado mediante el Decreto 4145 de 2011, por el Ministerio de Agricultura.

Busca generar lineamientos, criterios técnicos e instrumentos para planificar el uso eficiente del suelo rural y el agua, acorde a su vocación para fines agropecuarios y forestales, que le permitan al Gobierno Nacional adoptar políticas públicas de desarrollo rural y de seguridad alimentaria. Entre sus objetivos se encuentran:
generar lineamientos, criterios técnicos e instrumentos en materia del ordenamiento social de la propiedad, mercado de tierras rurales, uso eficiente del suelo para fines agropecuarios y adecuación de tierras; realizar el seguimiento y evaluación de políticas públicas de gestión del territorio para usos agropecuarios. | |
| 5 | Nacional | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

http://www.minambiente.gov.co/web/index.html | Rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la nación, a fin de asegurar el desarrollo. Dirige el Sistema Nacional Ambiental - SINA-.

- Diseñar y formular la política nacional en relación con el ambiente y los recursos naturales renovables, y establecer los criterios de ordenamiento ambiental de uso del territorio y de los mares adyacentes.

- Apoyar a los demás Ministerios y entidades estatales, en la formulación de las políticas públicas, de competencia de los mismos, que tengan implicaciones de carácter ambiental y desarrollo sostenible.

- Orientar, en coordinación con el Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres, las acciones tendientes a prevenir el riesgo ecológico. | Dirección de Cambio Climático lidera la Estrategia de Desarrollo Bajo en Carbono.

Unidad Técnica Ozono encargada de la implementación del protocolo de Montreal en Colombia. |

		- Coordinar, promover y orientar las acciones de investigación sobre el ambiente y los recursos naturales renovables y sobre modelos alternativos de desarrollo sostenible.	
6	Nacional	<p>Grupo Mitigación cambio climático (GMCC) 2003 Minambiente</p> <p>http://www.minambiente.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=135&conID=251</p>	<p>Contribuye con la coordinación de las iniciativas y la definición de políticas, se encarga de llevar un registro oficial de los proyectos de adaptación y mitigación, contribuye a la elaboración de las comunicaciones nacionales de cambio climático (CMNUCC).</p>
7	Nacional	<p>IDEAM Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales.</p> <p>http://institucional.ideam.gov.co/jsp/6#mision1</p>	<p>Su objetivo es generar conocimiento y garantizar el acceso a la información sobre el estado de los recursos naturales y condiciones hidrometeorológicas de todo el país para la toma de decisiones.</p> <p>Funciones: Suministrar los conocimientos, los datos y la información ambiental que requieren las entidades del SINA-; realizar el levantamiento y manejo de la información científica y técnica sobre los ecosistemas que forman parte del patrimonio ambiental del país; establecer las bases técnicas para clasificar y zonificar el uso del territorio nacional para los fines de la planificación y el ordenamiento ambiental del territorio; efectuar el seguimiento de los recursos biofísicos de la Nación; realizar los estudios e investigaciones ambientales que permitan conocer los efectos del desarrollo socioeconómico sobre la naturaleza, sus procesos, el medio ambiente y los recursos naturales renovables y proponer indicadores ambientales; prestar el servicio de pronósticos, predicciones climáticas y alertas de eventos naturales que puedan tener impacto socioeconómico en la población colombiana o de los sectores productivos.</p>
8	Nacional	<p>Sistema de parques nacionales naturales</p> <p>http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/php/decide.php?patron=01</p>	<p>Es un organismo del sector central de la administración, encargado del manejo y administración del Sistema de Parques Nacionales Naturales y de la coordinación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas - SINAP.</p> <p>Función: administrar las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales y coordinar el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, en el marco del ordenamiento ambiental del territorio, con el propósito de conservar in situ la diversidad biológica y ecosistémica representativa del país, proveer y mantener bienes y servicios ambientales, proteger el patrimonio cultural y el</p>

El área que puede estar relacionada con el tema del cambio climático es: la subdirección de gestión y manejo de áreas protegidas.

- hábitat natural donde se desarrollan las culturas tradicionales como parte del Patrimonio Nacional y aportar al Desarrollo Humano Sostenible; bajo los principios de transparencia, solidaridad, equidad, participación y respeto a la diversidad cultural.
- 9** Nacional Fondo de Adaptación de Colombia (creado mediante la Ley 4819 de 2010).
<http://fondoadaptacion.gov.co/>
- El Gobierno Nacional creó el Fondo de Adaptación, entidad adscrita al Ministerio de Hacienda, como el mecanismo institucional para identificar y priorizar necesidades en la etapa de recuperación, construcción y reconstrucción del Fenómeno de la Niña 2010-2011. Es una entidad descentralizada del orden nacional, con personería jurídica, autonomía administrativa, financiera, presupuestal y patrimonio independiente.
- Su misión es atender la construcción, reconstrucción, recuperación y reactivación económica y social en las zonas afectadas por el fenómeno de la niña 2010-2011, con criterios de mitigación y prevención del riesgo.
- 10** Nacional Colombia Humanitaria
<http://www.colombiahumanitaria.gov.co/FNC/Paginas/FNC.aspx>
- En noviembre de 2010, se creó Colombia Humanitaria como respuesta para atender la emergencia ocasionada por el fenómeno de la niña ocurrido entre 2010 y 2011, que desbordó las capacidades del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, hoy Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres –SNGRD. A través de esta estrategia, fue convocada la solidaridad del mundo y de todos los colombianos (sector privado y cooperación internacional). Colombia Humanitaria se desarrolló como una estrategia que busca proporcionar una respuesta del Estado articulada y descentralizada a partir de dos objetivos estratégicos: el fortalecimiento de la capacidad institucional, donde la responsabilidad reside en los gobernantes locales con apoyo del gobierno central; y el fortalecimiento de la organización comunitaria para romper la lógica asistencialista y dinamizar procesos de ciudadanía activa y buen gobierno. Estos objetivos son implementados teniendo como referente cuatro enfoques transversales: enfoque de derechos, de género, territorial y ecológico. A diferencia de otros modelos de intervención, el modelo de Colombia Humanitaria es una apuesta por la profundización de la democracia, a través de la restitución de derechos y la reducción de vulnerabilidades, que busca dejar capacidades instaladas en la ciudadanía y sus gobernantes.
- 11** Nacional UPME Unidad de Planeación Minero energética
- Es una Unidad Administrativa Especial de carácter técnico, adscrita al Ministerio de Minas y Energía. Su objetivo planear en forma integral, indicativa, permanente y coordinada con las entidades del sector minero energético, tanto entidades públicas como privadas, el desarrollo y aprovechamiento de los recursos energéticos y mineros, producir y divulgar la información minero energética requerida.

- 12 Nacional Mesa REDD
- http://www.minambiente.gov.co/documentos/DocumentosBiodiversidad/bosques/redd/boletines/boletin_04_archivos/300413_mesa_redd.pdf
- En el 2002 desarrolló el plan de trabajo para el mecanismo de desarrollo limpio. Es un espacio de participación, diálogo, socialización, articulación y retroalimentación interna y externa de instituciones sin ánimo de lucro, en la cual actualmente trabajan en equipo y como miembros, 11 instituciones del sector ambiental en Colombia, además de varias instituciones públicas que actúan como invitadas. Creada en 2008 por Conservación Internacional, WWF, Fundación Natura, The Nature Conservancy, Corporación Ecoversa y el programa MIDAS de USAID. Empezó a funcionar en el 2009 y en 2010 se firmó el memorando de entendimiento que definió su reglamento.
- Los miembros son: Amazon Conservation Team (ACT), Conservación Internacional (CI), Corporación Ecoversa, Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez, Fondo Patrimonio Natural, Fundación Avina, Fundación Natura, ONF Andina, The Nature Conservancy (TNC), Wildlife Conservation Society (WCS) y WWF. Participan como invitados: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (MADS), Parques Nacionales Naturales (PNN), Los Institutos de Investigación del SINA, Departamento para la Prosperidad Social (DPS) y USAID.
- La Mesa trabaja para: generar información, insumos y recomendaciones que permitan fortalecer el desarrollo e implementación de una estrategia REDD; Promover la participación y divulgación de la temática REDD a las partes interesadas que faciliten el diálogo y la comprensión del mecanismo REDD; Dar insumos y recomendaciones para fortalecer la posición nacional del país en el tema REDD en el ámbito internacional; Fortalecer los procesos de consulta y trabajo conjunto en el marco del desarrollo e implementación de la Estrategia Nacional REDD+ y Promover el desarrollo de experiencias y proyectos piloto REDD.
- La Mesa REDD es uno de los pocos espacios independientes, críticos, con experiencia y propositivos a través del cual la sociedad civil, representada en las ONG del sector ambiental que trabajan en Colombia, puede participar y construir una visión conjunta sobre REDD+, así como incentivar la ejecución de iniciativas y proyectos REDD+ para generar experiencias y aprendizajes desde el nivel local, regional y nacional. La Coordinación de la Mesa viene siendo financiada desde 2012 en el marco del proyecto “Valorización del potencial REDD+ y MDL de la Cuenca Magdalena – Cauca”, cofinanciado por el FFEM (Fondo Francés para el Medio Ambiente Mundial), cuyo beneficiario en Colombia es CORMAGDALENA y su ejecutor es ONF ANDINA.
- 13 Nacional Universidades Públicas y privadas
- Desarrollan numerosas investigaciones relacionadas con el recurso hídrico, cambio climático, conservación de ecosistemas, entre otros.

14	Distrital	Secretaría Distrital de Planeación http://www.sdp.gov.co/	Orientar y liderar la formulación y seguimiento de las políticas y la planeación territorial, económica, social y ambiental del Distrito Capital, conjuntamente con los demás sectores. La SDP desarrolló la Política Pública de Ruralidad año 2006, herramienta de gestión del Distrito Capital para el ordenamiento ambiental sostenible de su territorio y la superación de la exclusión de su población, en procura de una articulación armoniosa de las diversas dinámicas de una ciudad metropolitana y capital del país y una zona rural dotada de un gran patrimonio ambiental y ecológico de suma importancia para la ciudad, el conjunto de la región y el país.	
15	Distrital	Secretaría Distrital de Ambiente http://www.ambientebogota.gov.co/web/sda/mision.jsessionid=1951E2C9A5B90E6BEE9DEC0C78EF9E75	<p>Es la autoridad que promueve, orienta y regula la sustentabilidad ambiental de Bogotá, como garantía presente y futura del bienestar de la población; y como requisito indispensable para la conservación y uso de bienes y servicios ecosistémicos y valores de biodiversidad.</p> <p>Funciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Liderar y coordinar el Sistema Ambiental del Distrito Capital -SIAC-. -Liderar y Coordinar el proceso de preparación de los planes, programas y proyectos de desarrollo medio ambiental que deban formular los diferentes organismos y entidades integrantes del Sistema Ambiental del Distrito Capital -SIAC-. -Ejercer la autoridad ambiental en el Distrito Capital. -Formular y orientar las políticas, planes y programas tendientes a la investigación, conservación, mejoramiento, promoción, valoración y uso sostenible de los recursos naturales y servicios ambientales del Distrito Capital y sus territorios socio ambientales reconocidos. -Promover planes, programas y proyectos tendientes a la conservación, consolidación, enriquecimiento y mantenimiento de la Estructura Ecológica Principal y del recurso hídrico, superficial y subterráneo del Distrito Capital. -Fortalecer los procesos territoriales y las organizaciones ambientales urbanas y rurales. 	Las subdirecciones que pueden tener alguna relación el cambio climático son: subdirección del recurso hídrico y suelo; subdirección de ecosistemas y ruralidad y subdirección de calidad del aire auditiva y visual.
16	Distrital	Observatorio Distrital de Calidad del Aire y	Una red de monitoreo es el conjunto de instrumentos de medición fijos, utilizados para medir los contaminantes en el aire en forma simultánea y sistemática, con el fin de verificar la calidad del aire en un área determinada dentro del territorio nacional. La Red de Calidad del	

	Salud (Sec. de salud)	http://oab.ambientebogota.gov.co/index.shtml?s=I&id=189	Aire de Bogotá, es un sistema de monitoreo ambiental en tiempo real, con transmisión de datos vía telefónica. Dicho sistema consta de catorce (14) estaciones de medición de alta tecnología para disponibilidad de datos meteorológicos y de contaminación del aire. El indicador resalta el porcentaje de operación de la Red de Monitoreo y Calidad del Aire de Bogotá -RMCAB- durante el cuatrienio proyectado.	
17	Distrital	ICLEI Consejo internacional Iniciativas locales Ambientales http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=30289	Local Governments for Sustainability, fundado en 1990 como el International Council for Local Environmental Initiatives, es una asociación internacional de gobiernos locales y organizaciones nacionales del gobierno que se hayan comprometido con el desarrollo sostenible.	
18	Departamental	Gobernación de Cundinamarca http://www1.cundinamarca.gov.co/	La Secretaría del Ambiente de Cundinamarca tiene como misión fortalecer procesos que conduzcan al desarrollo sostenible en el territorio del Departamento, a través del diseño e implementación de políticas, planes, programas, proyectos y actividades que favorezcan el aseguramiento de la oferta de bienes y servicios ambientales y de recursos naturales para el bienestar de las actuales y futuras generaciones de sus habitantes y la protección del derecho a un ambiente sano, en el marco de sus competencias legales y estableciendo la debida armonía con las políticas y normas ambientales nacionales, regionales, distritales y locales. Función: atender, orientar y apoyar la gestión ambiental en el Departamento de Cundinamarca, mediante la generación de directrices ambientales, el ejercicio de liderazgo para el cumplimiento de las competencias ambientales dentro de la Administración Departamental y la realización de acciones que permitan la conservación, protección, restauración y el aprovechamiento sostenible de sus recursos naturales renovables, con sujeción a las atribuciones legales que le correspondan en complemento al Sistema Nacional Ambiental - SINA.	
19	Departamental	Secretaría de Planeación de Cundinamarca http://www.planeacion.cundinamarca.gov.c	Es una dependencia de la estructura administrativa del Departamento, establecida para formular, orientar y evaluar las políticas públicas, planes, programas y proyectos que garanticen el desarrollo económico, social y ambiental de Cundinamarca. Fue estructurado mediante el Decreto 2199 de 1998 y reestructurado mediante el Decreto 62 de 2005. Se presentó la estrategia "Cundinamarca Neutra" cuyo objeto es la cuantificación de las	La Gobernación a través de la Sec. de ciencia, tecnología e innovación abrió una convocatoria

			<p>o emisiones de gases efecto invernadero especialmente CO2 liberados a la atmósfera. La estrategia fomenta la reducción de la emisión de gases y la reforestación con árboles nativos para contrarrestar la huella de carbono. La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca -CAR-, la Corporación Campo Limpio y entidades del gobierno de Cundinamarca suscribieron un acuerdo de voluntades y se unieron a la estrategia el 13 de febrero de 2013. Las entidades cundinamarquesas que suscribieron el acuerdo son: Beneficencia de Cundinamarca, Empresa de Licores de Cundinamarca, Instituto Departamental para la Recreación y el Deporte, el Instituto de Infraestructura y Concesiones de Cundinamarca -ICCU-, la Lotería de Cundinamarca, el Instituto Departamental de Cultura y Turismo, Empresas Públicas de Cundinamarca y Empresa Inmobiliaria Cundinamarquesa. Así mismo, se firmó un memorando de entendimiento entre el departamento de Cundinamarca, la Secretaría de Ambiente y la CAR, que busca generar alianzas estratégicas para manejar de manera conjunta y de las mano de las entidades territoriales temas como: la compra de predios, reforestaciones, campañas de educación y cultura ambiental, trabajo interinstitucional, alianzas con gremios, ONG´s, disposición de residuos sólidos y reciclaje, entre otros (ya van 102 municipios vinculados a la estrategia). Bioplanet es el primer socio internacional de la estrategia Cundinamarca Neutra.</p>	<p>abierta “Cund/ca Investiga” esta convocatoria busca financiar proyectos de investigación en el departamento sobre innovación agroalimentaria y salud, cambio climático y biodiversidad.</p>
20	Departa mental	Secretaría departamental de Región Capital e Integración Regional	<p>Su objeto es promover y fortalecer los procesos de integración regional de Cundinamarca con el Distrito Capital, con otros departamentos, la Nación y otras regiones, a través de la estructuración, gestión y articulación de acciones conjuntas que permitan superar los desequilibrios en el desarrollo.</p> <p>La secretaría tiene a su cargo el programa Gestión del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático, para el que le fue asignado un valor de \$ 336.000.000 moneda corriente. Este programa hace parte del objetivo Sostenibilidad y ruralidad, y del programa territorio soporte para el desarrollo</p>	
21	Departa mental	Secretaria de agricultura y desarrollo rural	<p>tiene como misión contribuir al desarrollo sostenible, competitivo y equitativo del sector agropecuario, agroindustrial, artesanal y al mejoramiento de la calidad de vida de la población rural del Departamento, en armonía con las políticas nacionales, regionales, departamentales, municipales y el principio constitucional de participación comunitaria.</p> <p>Por su parte la secretaría de agricultura y desarrollo rural del departamento, tiene a su cargo el programa gestión del riesgo y adaptación al cambio y variabilidad climática, para el que le fue asignado un valor de \$ 333.000.000 moneda corriente. Este programa hace parte del</p>	

		objetivo sostenibilidad y ruralidad.	
22	Departamental	Unidad especial para la prevención de riesgos y la atención a emergencias	<p>su misión es orientar la gestión y coordinar las entidades del Sistema Departamental para la Prevención y Atención de Desastres, que permitan la prevención y mitigación de los riesgos y la organización de los preparativos para la atención de emergencias, la rehabilitación y reconstrucción en caso de desastre; incorporando el concepto de prevención en la planificación, educación y cultura del Departamento, que conduzca a la disminución de la vulnerabilidad y los efectos catastróficos de los desastres naturales y antrópicos.</p> <p>La unidad especial para la prevención de riesgos y la atención de emergencias, tiene a su cargo el programa gestión del riesgo y adaptación al cambio y variabilidad climática, para el que fue asignado un valor de \$ 4.671.536.195 moneda corriente. Este programa hace parte del objetivo sostenibilidad y ruralidad.</p>
23	Regional	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR http://www.car.gov.co/	<p>Ejercer como máxima autoridad ambiental en su jurisdicción, ejecutando políticas, planes, programas y proyectos ambientales, a través de la construcción de tejido social, para contribuir al desarrollo sostenible y armónico de la región. Su objeto es la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables, así como el cumplimiento y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento, conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el</p> <p>Algunas de sus funciones son:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Ejercer la función de máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción, conforme a los criterios y directrices trazadas por el Ministerio del Medio Ambiente. -Promover y desarrollar la participación comunitaria en actividades y programas de protección ambiental, de desarrollo sostenible y de manejo adecuado de los recursos naturales renovables. -Coordinar el proceso de preparación de los planes, programas y proyectos de desarrollo medio ambiental que deban formular los diferentes organismos y entidades integrantes del Sistema Nacional Ambiental -SINA- en el área de su jurisdicción. -Fijar en el área de su jurisdicción, los límites permisibles de emisión, descarga, transporte o depósito de sustancias, productos, compuestos o cualquier otra materia que puedan afectar <p>Las áreas que se relacionan con el tema del cambio son: subdirección de desarrollo ambiental sostenible y la subdirección de administración de los recursos naturales y áreas protegidas.</p>

el medio ambiente o los recursos naturales renovables y prohibir, restringir o regular la fabricación, distribución, uso, disposición o vertimiento de sustancias causantes de degradación ambiental.

-Ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables.

-Administrar, bajo la tutela del Ministerio del Medio Ambiente, las áreas del Sistema de Parques Nacionales que ese Ministerio les delegue.

-Ordenar y establecer las normas y directrices para el manejo de las cuencas hidrográficas ubicadas dentro del área de su jurisdicción, conforme a las disposiciones superiores y a las políticas nacionales.

-Promover y ejecutar obras de irrigación, avenamiento, defensa contra las inundaciones, regulación de cauces y corrientes de agua, y de recuperación de tierras que sean necesarias para la defensa, protección y adecuado manejo de las cuencas hidrográficas del territorio de su jurisdicción, en coordinación con los organismos directores y ejecutores del Sistema Nacional de Adecuación de Tierras, conforme a las disposiciones legales y a las previsiones técnicas correspondientes.

24 Regional CORPOGUAVIO

Administrar y proteger el patrimonio ecológico y ambiental de su jurisdicción a fin de asegurar bienes y servicios para el desarrollo sostenible de la región y la nación, conforme al marco normativo, políticas nacionales y características propias del territorio, con participación social, talento humano competente y comprometido y criterios de calidad.

Las mismas funciones de la CAR. Pero en el área de su jurisdicción (municipios de Guasca, Fómeque, Junín, Gacheta, Gama, Ubala A y B, Gachala y Medina).

El área que se relaciona con el tema de cambio climático es la Subdirección de gestión ambiental.

25 Regional PRICC Plan Regional de Cambio Climático Región Capital <http://www.corpoguavio.gov.co/joomla25/index.php>

Es uno de los modelos piloto mundiales que ha impulsado Naciones Unidas para fortalecer la capacidad de los gobiernos regionales de constituir territorios resilientes que enfrenten los retos del cambio climático. Se constituye en una plataforma de asociación interinstitucional que busca generar investigación aplicada y conocimiento técnico orientados a la toma de decisiones para enfrentar el cambio climático y a apoyar la implementación de medidas de mitigación y adaptación que adelanten las instituciones gubernamentales de la Región Capital.

26	Distrital	Secretaría Distrital de Ambiente SDA http://www.ambientebogota.gov.co/web/sda/mision;jsessionid=1951E2C9A5B90E6BEE9DEC0C78EF9E75	<p>Es la autoridad que promueve, orienta y regula la sustentabilidad ambiental de Bogotá, como garantía presente y futura del bienestar de la población; y como requisito indispensable para la conservación y uso de bienes y servicios ecosistémicos y valores de biodiversidad.</p> <p>Algunas de sus funciones son:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Formular participativamente la política ambiental del Distrito Capital. -Liderar y coordinar el Sistema Ambiental del Distrito Capital -SIAC-. -Liderar y Coordinar el proceso de preparación de los planes, programas y proyectos de desarrollo medio ambiental que deban formular los diferentes organismos y entidades integrantes del Sistema Ambiental del Distrito Capital -SIAC-. y en especial, asesorar a sus integrantes en la definición de los planes de desarrollo ambiental y en sus programas y proyectos en materia de protección del medio ambiente y los recursos naturales renovables, de manera que se asegure la armonía y coherencia de las políticas y acciones adoptadas por el Distrito. -Ejercer la autoridad ambiental en el Distrito Capital, en cumplimiento de las funciones asignadas por el ordenamiento jurídico vigente, a las autoridades competentes en la materia. <p>Promover planes, programas y proyectos tendientes a la conservación, consolidación, enriquecimiento y mantenimiento de la Estructura Ecológica Principal y del recurso hídrico, superficial y subterráneo del Distrito Capital.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Formular, implementar y coordinar, con visión integral, la política de conservación, aprovechamiento y desarrollo sostenible de las áreas protegidas del Distrito Capital. -Definir y articular con las entidades competentes, la política de gestión estratégica del ciclo del agua como recurso natural, bien público y elemento de efectividad del derecho a la vida. -Diseñar y coordinar las estrategias de mejoramiento de la calidad del aire y la prevención y corrección de la contaminación auditiva, visual y electro magnética, así como establecer las redes de monitoreo respectivos -Ejecutar, administrar, operar y mantener en coordinación con las entidades Distritales y territoriales, proyectos, programas de desarrollo sostenible y obras de infraestructura cuya 	<p>Las subdirecciones que pueden tener alguna relación con el tema del cambio climático son:</p> <ul style="list-style-type: none"> subdirección del recurso hídrico y suelo; subdirección de ecosistemas y ruralidad y subdirección de calidad del aire auditiva y visual.
----	-----------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

realización sea necesaria para la defensa y protección o para la descontaminación o recuperación del medio ambiente y los recursos naturales renovables.

- 27** Distrital Secretaría Distrital de Planeación SDP
- <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=51241>
- Tiene por objeto orientar y liderar la formulación y seguimiento de las políticas y la planeación territorial, económica, social y ambiental del Distrito Capital, conjuntamente con los demás sectores.
- Algunas de sus funciones son:
- a) Formular, orientar y coordinar las políticas de planeación del desarrollo territorial, económico, social y cultural, garantizando el equilibrio ambiental del Distrito Capital.
 - b) Coordinar la elaboración, ejecución y seguimiento del Plan de Desarrollo Económico, Social y de Obras Públicas del Distrito Capital y de los planes de desarrollo local.
 - c) Coordinar la elaboración, reglamentación, ejecución y evaluación del Plan de Ordenamiento Territorial.
 - d) Coordinar la formulación, ejecución y seguimiento de las políticas y planes de desarrollo urbano y rural del Distrito Capital.
 - e) Coordinar y articular la cooperación nacional e internacional que gestionen los organismos y entidades del Distrito Capital
- 28** Distrital Dirección de prevención y atención de emergencias DPAE
- <http://www.fopae.gov.co/portal/page/portal/fopae/entidad>
- Es la oficina gubernamental adscrita a la Secretaría de Gobierno de la Alcaldía Mayor de Bogotá, que define las políticas e integra las acciones de prevención de riesgos y atención de desastres de las diferentes entidades que conforman el Sistema Distrital de Prevención y Atención de Emergencias - SDPAE. La ciudad cuenta con el Fondo para la Prevención y Atención de Emergencias (FOPAE) como fuente de recursos que recibe el 0.5% de los ingresos corrientes tributarios del Distrito, la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE) como entidad coordinadora y por supuesto el Sistema Distrital de Prevención y Atención de Emergencias (SDPAE), que reúne y articula a diversos actores públicos, privados y comunitarios.
- Función: Gestionar y realizar con las entidades competentes del sector las acciones en materia de conocimiento, prevención, mitigación y recuperación en riesgos públicos de origen natural y antrópico no intencional y la coordinación para la atención de emergencias en la ciudad de Bogotá.

29	Distrital	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá http://www.acueducto.com.co/	<p>Es la primera empresa en Colombia en generar Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL), para reducir los gases de efecto invernadero, mediante la producción de energía limpia en la hidroeléctrica de Santa Ana (desde el 2003 se adelantaron proyectos de MDL en el marco del protocolo de Kyoto. A través de la compra del servicio de reducción de gases de efecto invernadero que ofrecen en el mercado los países en vías de desarrollo al implementar proyectos MDL, los países desarrollados pueden reducir considerablemente sus costos de cumplimiento e incentivar la implementación de tecnologías limpias que contribuyan al desarrollo sostenible. La empresa participa en el gran mercado de pago por servicios ambientales (se negocia el servicio de mitigación del calentamiento global). Se consolidan proyectos que permiten: reducir la presión del agua en el sistema de acueducto y generar energía eléctrica limpia (Proyectos MDL de energía renovable); restaurar y conservar las áreas de importancia estratégica para la protección del recurso hídrico que abastece a Bogotá y sus municipios vecinos (proyectos MDL de reforestación); mitigar y aprovechar la generación de metano ocasionada por el tratamiento de las aguas residuales que se recolectan y transportan a través del sistema de alcantarillado (Proyectos MDL de captura de metano); mitigar y aprovechar la generación de metano generado en el predio Gibraltar, antiguo botadero de la Ciudad de Bogotá y actual sitio de disposición de lodos provenientes del mantenimiento del sistema de alcantarillado (Proyectos MDL de captura de metano).</p>
30	Distrital y empresa privada	Grupo de energía de Bogotá http://www.eeb.com.co/	<p>Se dedica a la transmisión de energía y al manejo de todo el portafolio de inversiones. Es la segunda empresa en transmisión de electricidad en Colombia (participación en el mercado del 8%). Una empresa de servicios pública mixta, bajo el régimen de los servicios públicos domiciliarios, el Distrito Capital es el accionista mayoritario en un 76,2%</p> <p>La empresa Codensa dentro de sus compromisos destaca, responder a los riesgos y oportunidades del cambio climático. La Compañía ha asumido su responsabilidad frente al problema del cambio climático planteando un reto estratégico dentro de su plan de sostenibilidad que le exige al equipo humano de la Compañía abordar el tema en su gestión cotidiana y plantear acciones concretas frente a tres ejes centrales: 1. Participar en el desarrollo de energías renovables no convencionales. 2. Capturar oportunidades de eficiencia energética y cogeneración. 3. Liderar el desarrollo del modelo de transporte sostenible.</p>
31	Municipal	UMATAS Unidades Municipales de Asistencia Técnica	<p>Creadas mediante la Ley 607 del 2000. La asistencia técnica directa rural, es un servicio público de carácter obligatorio y subsidiado con relación a los pequeños y medianos productores rurales, cuya prestación está a cargo de los municipios en coordinación con los departamentos y los entes nacionales, en particular el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.</p>

3 ONG's WWF Una de sus líneas de acción es el cambio climático. La ONG cuenta con un Oficial de Cambio
 2 Climático y Servicios Ambientales. Ha desarrollado varios proyectos relacionados con Cambio Climático. Desarrolla la campaña mundial "La hora del planeta".

TABLA 7. LISTA DE ACTORES DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN COLOMBIA Y LA REGIÓN CAPITAL

NIVEL	ACTOR	FUNCIONES
1 Nacional	Unidad Nacional para la gestión del riesgo de desastres http://www.sigpad.gov.co/sigpad/paginas_detalle.aspx?idp=102	<p>Se determinan las instancias de Dirección y Coordinación del Sistema Nacional, definidas respectivamente por: 1. El Presidente de la República, 2. El Director de la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, y 3. El Gobernador y el Alcalde distrital o municipal en su respectiva jurisdicción, y por: 1. Consejo Nacional para la Gestión del Riesgo, 2. Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 3. Comité Nacional para el Conocimiento del Riesgo, 4. Comité Nacional para la Reducción del Riesgo, 5. Comité Nacional para el Manejo de Desastres, y 6. Consejos departamentales, distritales y municipales para la gestión del riesgo.</p> <p>Se crea el Consejo Nacional para la Gestión del Riesgo, como la instancia superior encargada de orientar, dirigir y planificar el Sistema Nacional, bajo la dirección del Presidente de la República. El papel que deben cumplir las Corporaciones Autónomas Regionales, como integrantes de estos, en materia de gestión del riesgo y su apoyo en la planificación. Son funciones: 1. Dirigir y coordinar el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres.-SNPAD. 2. Coordinar, impulsar y fortalecer capacidades para el conocimiento del riesgo, reducción del mismo y manejo de desastres y su articulación con los procesos de desarrollo en los ámbitos nacional y territorial. 3. Proponer y articular las políticas, estrategias, planes, programas, proyectos y procedimientos nacionales de gestión del riesgo de desastres, en el marco del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres-SNPAD y actualizar su marco normativo y los instrumentos de gestión. 4. Promover la articulación con otros sistemas administrativos. 5. Formular y coordinar la ejecución de un plan nacional para la gestión del riesgo de desastres, realizar el seguimiento y evaluación del mismo. 6. Orientar y apoyar a las entidades nacionales y territoriales en su fortalecimiento institucional para la gestión del Riesgo de desastres y asesorarlos para la inclusión de la política de gestión del riesgo de desastres en los planes territoriales. 7. Promover y realizar los análisis, estudios e investigaciones en materia de su competencia. 8. Prestar el apoyo técnico, informativo y educativo que requieran los miembros del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres.</p> <p><u>Reconoce que la gestión del riesgo de desastres tiene relación con el tratamiento del medio ambiente, la protección de los ecosistemas existentes en el país y con la utilización del territorio rural y urbano. No existirá una protección efectiva de la población y del equipamiento que la sostiene si no se vinculan al Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, en adelante el Sistema Nacional, las autoridades y los instrumentos para la gestión ambiental y la gestión territorial.</u></p>
2 Departamental	Consejos	Son instancias de coordinación, asesoría, planeación y seguimiento, destinados a garantizar la efectividad y

<p>mental, distrital y municipal</p>	<p>departamentales, distritales y municipales gestión del riesgo, http://www.dimar.mil.co/sites/default/files/attach/cartilla_sistema_nacional_de_gestion_de_l_riesgo_0.pdf</p>	<p>articulación de los procesos de conocimiento del riesgo, de reducción del riesgo y de manejo de desastres en la entidad territorial correspondiente. Los Consejos territoriales están dirigidos por el gobernador o alcalde de la respectiva jurisdicción e incorporarán a los funcionarios de la gobernación o alcaldía y de las entidades descentralizadas del orden departamental, distrital o municipal y representantes del sector privado y comunitario. En los departamentos, distritos y municipios con población superior a 250.000 habitantes, existirá una dependencia o entidad de gestión del riesgo.</p>
<p>3 Regionales</p>	<p>Corporaciones Autónomas Regionales http://www.dimar.mil.co/sites/default/files/attach/cartilla_sistema_nacional_de_gestion_de_l_riesgo_0.pdf</p>	<p>Se encargan del apoyo a las entidades territoriales de su jurisdicción ambiental en todos los estudios necesarios para el conocimiento y la reducción del riesgo y los integrarán a los planes de ordenamiento de cuencas, de gestión ambiental, de ordenamiento territorial y de desarrollo. Su papel es complementario y subsidiario respecto a la labor de alcaldías y gobernaciones, y estará enfocado al apoyo de las labores de gestión del riesgo que corresponden a la sostenibilidad ambiental del territorio. Las corporaciones autónomas regionales propenderán por la articulación de las acciones de adaptación al cambio climático y la de gestión del riesgo de desastres en su territorio, en virtud de que ambos procesos contribuyen explícitamente a mejorar la gestión ambiental territorial sostenible.</p>

A continuación se presenta el análisis de actores que tienen ver con el CC (ver Tablas 8, 9 y 10). En general, se encontró que a pesar de la gran cantidad de actores, son pocos los que consideramos estratégicos. Los actores incluidos se clasificaron según la propuesta de Hufty (2009) mencionada anteriormente en la que se tendrán en cuenta las características y funciones generales de cada actor para clasificarlos en estratégicos, relevantes o secundarios.

Cabe mencionar que el mayor esfuerzo para el trabajo en el CC debe orientarse hacia los actores estratégicos ya que son los de mayor importancia ya que cuentan con recursos, voluntad, movilización e impacto. Se encontró también que varios de los actores relevantes cuentan con recursos presupuestales y la tarea debe enfocarse en que consideren prioritario el CC. La revisión también ratificó Colombia tiene un amplio desarrollo institucional y jurídico en el campo ambiental. Especialmente desde la reforma constitucional de 1991, el país tiene una institucionalidad ambiental amplia que permea prácticamente todas las esferas y sectores del desarrollo. El gran número de actores es una muestra de esto (Cardona 2009).

TABLA 8. ACTORES ESTRATÉGICOS

ACTOR	DESCRIPCIÓN
ESTRATÉGICO	Todo individuo, organización o grupo con recursos de poder suficiente para impedir, perturbar o impulsar el funcionamiento de las reglas o procedimientos de toma de decisiones y/o de soluciones de conflictos colectivos.
DNP	Tiene la función de orientar las políticas públicas y el manejo y asignación de la inversión pública. También es la secretaría técnica del CONPES. Cuenta con la Subdirección Ambiental que se encarga de los temas relacionados con Cambio Climático en el país. Es un actor de gran impacto debido a sus funciones y la asesoría que presta al Gobierno Nacional.
MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE	Orienta y regula el ordenamiento ambiental del territorio, define políticas. Cuenta con la Dirección de Cambio Climático y el Grupo de Mitigación de Cambio Climático. Se encarga de todo lo relacionado con Cambio Climático en el país. Cuenta con voluntad e impacto pero no cuenta con recursos suficientes para el desarrollo del tema en el país.
EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ	Cuenta con presupuesto. Desarrollo mecanismos de desarrollo limpio. Se encarga del abastecimiento de agua de la ciudad y el manejo de las aguas residuales. Administra gran parte del páramo de Chingaza. Administra los humedales de la ciudad de Bogotá.
SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACIÓN	Gran importancia desde el tema de la planificación de la inversión distrital, el plan de desarrollo y los planes de ordenamiento ambiental.
GOBERNACIÓN CUNDINAMARCA	Desde la gobernación se impulsan los programas de los 116 municipios que hacen parte del departamento. También desde la secretaría de integración regional se tratan los temas relacionados con el Distrito Capital, este actor es de gran relevancia para el tema de estudio para el abordaje del cambio climático de manera regional. También tiene impacto en la elaboración de los planes de desarrollo tanto departamental como municipales.
SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE	Ejerce la autoridad ambiental en Bogotá. Fortalece y orienta los programas planes y políticas ambientales que se desarrollan en el Distrito. No obstante no cuenta con recursos suficientes para el desarrollo del tema del cambio climático en el Distrito.
CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL	Ejerce la autoridad ambiental en su jurisdicción. Se encarga del apoyo a las entidades territoriales de su jurisdicción ambiental en todos los estudios necesarios para el conocimiento y la reducción del riesgo. Coordinar el proceso de preparación

CUNDINAMARCA	de los planes, programas y proyectos de desarrollo medio ambiental.
CORPOGUAVIO	Ejerce la autoridad ambiental en su jurisdicción. Se encarga del apoyo a las entidades territoriales de su jurisdicción ambiental en todos los estudios necesarios para el conocimiento y la reducción del riesgo. Coordinar el proceso de preparación de los planes, programas y proyectos de desarrollo medio ambiental.
IDEAM	Se concentra en la generación de conocimiento e información sobre el tema del cambio climático en el país, su importancia radica en ser uno de los institutos de investigación del Sistema Nacional Ambiental, su información es de gran importancia para la toma de decisiones a escala nacional, regional, departamental, municipal y distrital en esta materia.

TABLA 9. ACTORES RELEVANTES

ACTOR	DESCRIPCIÓN
RELEVANTE	Están involucrados en la trama institucional y poseen los recursos necesarios para considerarse como estratégicos, pero no movilizan sus recursos o se ven dominados en el proceso.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS DPAE	Desarrolla acciones de prevención de riesgos y atención de emergencias. Cuenta con presupuesto asignado por el Distrito.
CONSEJOS DEPTALES, DISTRITALES Y MUNICIPALES GESTIÓN DEL RIESGO	Desarrolla acciones de gestión del riesgo (prevención, atención, mitigación). La institucionalidad desarrollada para la gestión el riesgo se ha venido fortaleciendo en los últimos años.
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DEL RIESGO – MININTERIOR Y DE JUSTICIA	Más que todo cumple funciones de coordinación del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos y asesora a las organizaciones para el fortalecimiento institucional.
FONDO DE ADAPTACIÓN DE COLOMBIA	Al ser una entidad descentralizada del orden nacional, con autonomía presupuestal. Cuenta con asignación presupuestal hasta el 2017 aproximadamente, para la atención de la recuperación de las áreas del país afectadas por el fenómeno de la niña. Es un actor de gran importancia especialmente desde el punto de vista de atención de desastres.
COLOMBIA HUMANITARIA	Es una apuesta por la profundización de la democracia, a través de la restitución de derechos y la reducción de vulnerabilidades, que busca dejar capacidades instaladas en la ciudadanía y sus gobernantes. Cuenta con presupuesto asignado por el gobierno central. Es un actor de gran importancia especialmente desde el punto de vista de atención de desastres.
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN DE CUNDINAMARCA	Desde la secretaría se priorizan las políticas, los planes, programas, proyectos, se ordena el gasto en general del departamento. Cabe mencionar que entre los municipios de Cundinamarca hay gran desigualdad en lo relacionado con el presupuesto asignado hay municipios que se están desarrollando a gran velocidad y otros muy pobres, este tema debe revisarse ya que es determinante para el cambio climático.

TABLA 10. ACTORES SECUNDARIOS

ACTOR	DESCRIPCIÓN
SECUNDARIO	No tienen el poder suficiente para determinar el cambio de las reglas de juego.
MINISTERIO DE AGRICULTURA	Su función se concentra en el tema agropecuario. Ocasionalmente se desarrollan proyectos de investigación relacionados con el cambio climático. Puede realizar aportes valiosos a la discusión sobre cambio climático en relación al sector agropecuario y el impacto de este sobre los cultivos.
UNIDAD DE PLANIFICACIÓN RURAL AGROPECUARIA	Se concentra en la planificación eficiente del uso del suelo rural y el agua. Su labor se relaciona indirectamente con el tema del cambio climático, Puede realizar aportes valiosos a la discusión sobre cambio climático en relación al sector agropecuario y el impacto de este sobre los cultivos.
SISTEMA DE PARQUES NACIONALES NATURALES	Administra los parques nacionales naturales. Su labor es de gran importancia para la conservación de las áreas protegidas del país que se relacionan directamente con el cuidado de las zonas de reserva para el caso de estudio especialmente las reservas hídricas (páramos, bosque alto andino, entre otros). Cabe mencionar que la asignación presupuestal de parques es baja, son pocos funcionarios, debido a esta causa y al tema de orden público del país no se puede ejercer un control estricto sobre los parques nacionales naturales.
UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA	Se relaciona directamente con la industria energética (especialmente el petróleo) su función principalmente es planear el aprovechamiento de los recursos minero energéticos. Puede hacer aportes desde el tema del control de emisiones de los GEI.
MESA REDD	Espacio de diálogo entre ONG's. Si se fortaleciera podrían lograr ser actores relevantes ya que dentro de sus miembros hay organizaciones de gran trayectoria y con conocimiento que pueden hacer aportes valiosos sobre el tema del cambio climático a la región.
UNIVERSIDADES	Son actores de gran importancia debido a la generación de conocimiento. Si se les otorgara presupuesto para investigación en temas de cambio climático podrían hacer buenos aportes en esta materia.
OBSERVATORIO DISTRITAL DE LA CALIDAD DEL AIRE	Brinda información sobre la calidad del aire, lo que es un gran aporte para la toma de decisiones en el Distrito sobre este tema de importancia para la salud.
ICLEI CONSEJO INTERNACIONAL DE INICIATIVAS LOCALES AMBIENTALES	Asociación internacional de gobiernos locales y organizaciones nacionales del gobierno que se hayan comprometido con el desarrollo sostenible, pertenecer motiva a la ciudad a tomar medidas orientadas al desarrollo sostenible.
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL CUNDINAMARCA	Su función se concentra en el tema agropecuario.
GRUPO DE ENERGÍA DE BOGOTÁ	Realiza esfuerzos particulares en materia de aprovechamiento de energía y disminución del uso de combustibles fósiles (carros que funcionan con energía eléctrica).
UMATAS UNIDADES MUNICIPALES DE ASISTENCIA TÉCNICA	Se concentran en la asistencia técnica rural.
WWF	Ha desarrollado proyectos sobre cambio climático, participa en Mesa REDD.

3 INSTRUMENTOS DE POLÍTICA Y ARREGLOS INSTITUCIONALES PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO EN OTROS PAÍSES

Bauer et. al. (2011) adelantan una revisión sistemática de la gobernabilidad o gobernanza de la adaptación al Cambio Climático –CC- en diez países de la OECD. Los autores de entrada reconocen que las medidas desde el nivel central que finalizan con recomendaciones generales de políticas clasificadas como blandas o voluntaristas son de limitado alcance o, son muy generales. En otras palabras, tienen un impacto limitado para generar acciones integrales de más largo plazo y que involucren a la mayor cantidad posible de actores en el desarrollo de una política de integral de adaptación al CC. Así mismo, la experiencia y el conocimiento de la creación de una institucionalidad para el CC, los llevó a confirmar que las diferencias entre los países se explican por la gestión que se adelante desde lo local, por la coordinación entre los niveles de gobierno, por el uso apropiado del conocimiento científico que los lleve a promover la adaptación del cambio climático y, por la capacidad que se tiene para hacer participar al mayor número de actores que no son del sector público en las políticas de CC.

El trabajo presenta numerosos ejemplos, en donde queda en evidencia quien lo hizo bien y quien se equivocó al momento de tomar una decisión en cualquier de las cuatro dimensiones o variables que analizaron. Aunque no lo dicen en estas palabras, concluyen que el diablo está en los detalles y que la buena institucionalidad se construye entre todos y en pocos casos es un ejercicio exitoso de tipo *top-down* en el diseño de una política pública. La realidad es compleja y eso debe tenerse como principio para lograr una buena gobernabilidad de una política pública. En este sentido, es interesante ver cómo encuentran grandes diferencias en los resultados logrados con las políticas de adaptación al CC. Inclusive en países limítrofes que características y problemas similares los resultados son diversos y esto lo explican en gran parte por el diseño institucional y su puesta en marcha.

Para hacer esta comparación los autores se centraron en analizar cuatro retos para la gobernabilidad del CC en cada de los países cobijados por el estudio. Estos retos son.

- Políticas de adaptación horizontales,
- Políticas de adaptación verticales,
- La utilización del conocimiento científico y,
- La participación de privados y otros actores.

Frente al primer reto se encontró que no en todos los países la responsabilidad de liderar la coordinación de políticas de CC está en manos de los ministerios ambientales. En algunos se han creado agencias que lideran el tema y en otros estas políticas se han sumado a otros programas ambientales como el de bosques o la política de aguas. Así mismo, estas políticas son recientes en la medida que la puesta en marcha de la institucionalidad para el CC tiene menos de diez años, pero en todos hay una política o *estrategia* nacional de adaptación al CC. Igualmente se encontró que la discusión de las políticas de CC se dan entre varias agencias y ministerios, pero las decisiones finales las toma generalmente el ministerio del ramo. De otra parte, para sorpresa de los autores, encontraron que los funcionarios entrevistados afirmaron que no es necesaria una mayor coordinación en las políticas de adaptación y las de mitigación de riesgos. Una de las razones que argumentaron fue que las políticas de mitigación son de viejo cuño y tienen sus procedimientos establecidos, en tanto que las de adaptación son nuevas y les falta aún mucho por desarrollarse. Esta últimas en muchos casos deben trabajar de manera conjunta con las de mitigación de riesgos.

Si bien en las políticas de adaptación horizontal las diferencias no son muy grandes, en las de adaptación vertical si se encontraron diferencias importantes. En primer lugar, se encuentra que en las instancias de decisión del nivel nacional participan no sólo otros ministerios, sino también delegados de los gobiernos regionales y locales. Inclusive en países federales, en donde hay políticas únicas para el CC, se incluye igualmente a los otros niveles de gobierno. La descentralización y la participación son

mayores y por esto se espera una mayor facilidad para desarrollar las políticas y programas en el ámbito local.

Así mismo, una posibilidad utilizada para coordinar con los otros niveles de gobierno es poner en las instancias nacionales la discusión fuentes de financiamiento nacionales que serán utilizadas en las regiones. De otra parte, una de las herramientas más utilizadas para lograr coordinación vertical es con el diseño de metodologías para que los gobiernos territoriales incorporen en sus procesos de planificación y presupuesto el cambio climático. Inclusive en el Reino Unido tienen en marcha investigaciones de largo aliento sobre los impactos regionales del cambio climático y se adelantan estudios de caso. Esta política incluye la generación de sistemas de información dinámicos con énfasis en lo regional.

Igualmente Bauer et. ál. encuentran que al diseñar las instituciones para desarrollar la política de CC, en muchos países se intentó atender al tiempo la integración vertical con la horizontal. Los autores encuentran que esto puede hacer incurrir en problemas de coordinación pues los sectores que ponen marcha su integración vertical, no están interesados e adelantar tareas de coordinación horizontal. Esto se justifica pues esta última puede ir en contra de sus intereses sectoriales.

Al comparar los diez países los autores encontraron que hay un sinnúmero de posibilidades para el diseño de la gobernanza del CC. Muchas de las decisiones fueron complementarias y, en general, se concluye que la red de instituciones que armaron apuntan ante todo a medidas blandas para enfrentar el problema. Estas medidas se caracterizan como adaptación mutua, generar una mayor conciencia del problema y la persuasión. Estas políticas pueden ser limitadas ya que en muchos casos se encontró que no se toman con prontitud decisiones de alto impacto sobre el CC.

De otra parte, al comparar la manera como utilizan el conocimiento científico y los pasos se encuentra una gran similitud en las acciones que desarrollan todos los gobiernos. Los pasos son los siguientes: i) grandes estudios que miden el impacto del CC, ii) programas de investigación que se concentran en la adaptación al CC, creación de grupos de científicos, junto con la creación de instancias de coordinación, temporales o permanentes, y iv) evaluación y monitoreo permanente. Lo más importante para que esta medida tenga éxito es que la voz de los expertos en CC tenga impacto en las instancias de coordinación y decisión.

Finalmente este trabajo analiza la manera como se relaciona la construcción de la política pública del CC con las ONG's y los privados. Hay dos maneras que son las más utilizadas. La primera de ellas es generar espacios de consulta con estos actores y hacer un calendario de dichas consultas a largo plazo. Debe mencionarse que estas consultas no son vinculantes, pues solamente España de los diez países comparados les dio un espacio en la institucionalidad creada para el CC. En otros países, los informes que presentan por ejemplo al Congreso sobre el tema, tienen una consulta previa con estas organizaciones no gubernamentales (Dinamarca y Noruega). En general, también se encuentra que los países federales vinculan más a estos actores en los niveles regionales de gobierno. Esta práctica tiene buenos efectos pues se logran aliados en las políticas de CC en estos procesos participativos. La segunda manera de relacionamiento, es la aplicación de encuestas periódicas a ONG's y actores privados como empresarios y campesinos, empresas de seguros, entre otras.

Por su parte, Meadowcroft (2009) analiza la gobernanza del CC desde una perspectiva diferente. En primer lugar, nos muestra que el énfasis de las políticas públicas en las última décadas ha sido muy diferente entre los países desarrollados y los que no lo son. Los primeros se concentraron en la seguridad, justicia, bienestar y promover una economía sana y, los segundos en acelerar lo más posible el desarrollo. Así cuando llegan los temas ambientales a la agenda pública, el impacto y la atención de cada grupo de países fue muy diversa. Si bien los temas ambientales llegaron primero a la agenda pública de los países desarrollados, rápidamente esta agenda se extendió a los países en

desarrollo. Sin embargo, ante la mayor fuerza que toma el tema del CC, las posibilidades de no atender el CC ya no es una opción. El problema es cómo hacerlo. Meadowcroft (2009) plantea al respecto:

“The emergence of climate change now requires a further phase of innovation and adjustment to governance practices.... In other words, governance for climate change is increasingly non optional. It will not just be left to enthusiastic countries, to rich industrialized countries, or to high per capita emitters”.

Igualmente uno de los temas más importantes que este autor menciona, es reconocer que la política de CC esta siempre condicionada por temas económicos objetivos como el nivel de desarrollo de la economía, el grado de dependencia del sector minero energético y, uso de los combustible fósiles. Así, países exportadores de carbón o petróleo tienen necesariamente un compromiso matizado por la importancia de estas exportaciones en sus cuentas macro. Hay ejemplos como Suecia en donde hay una meta ambiciosa y de medo plazo para terminar el uso de estos combustibles, en tanto que sus vecinos de Noruega no han llegado tan lejos en sus políticas ambientales y esto se explica por el peso del sector minero energético en su economía.

A su vez hay tres temas que deben ser analizados en detalle y tenidos al momento de diseñar la institucionalidad para enfrentar el CC:

- La gobernabilidad de la adaptación y la de la mitigación
- El nivel de desarrollo económico de cada país y,
- Las relaciones entre la energía y la deforestación

Frente al primer tema, coincide con la restante bibliografía en donde se considera necesaria información oportuna e investigaciones de largo plazo sobre el tema; sobre todo si el problema del CC empeora y por lo tanto el nivel compromiso de las políticas debe ser más alto. Afirma el autor que hay que prestar especial a los efectos que sobre la actividad económica y los asentamientos tienen las políticas de adaptación, en específico estimar los costos en términos de un menor crecimiento económico. Esto último es especialmente grave para los países pobres dado que, generalmente tienen una mayor dependencia de actividades relacionadas con recursos naturales, por ejemplo el sector agrícola y tienen menos recursos para ajustarse a los cambios. Así mismo, en este trabajo entiende por mitigación, las decisiones que se toman para estimular cambios en los patrones de producción en favor de tecnología limpias o con menor impacto.

Frente al tema del desarrollo socio económico y la capacidad de respuesta de los países al CC el autor asume una posición pragmática. Así, los países con instituciones de gobierno con alta resiliencia pueden construir un marco institucional fuerte y políticas y programas ambiciosos; en tanto que en los baja resiliencia sólo pueden construir una política limitada. Meadowcroft concluye que en los países de ingresos medios el panorama generalmente es más complejo, dado que las metas que se definan para la políticas de cambio climático están condicionadas por condiciones internas como el nivel de ingresos, el índice de desarrollo humano, la emisiones per cápita, y el ritmo de crecimiento de la economía. Se entiende así, que las políticas de cambio no deberían llegar tan lejos como si lo propone para los países con altos niveles de ingreso, en donde pueden asumir un mayor compromiso en sus políticas de CC. En estos países el efecto de las políticas de adaptación o mitigación sobre la población en sus ingresos es sustancialmente menor. Además, dado que estos generalmente tienen un mayor nivel de emisiones, su grado de compromiso debe proporcional, es decir mucho mayor.

A su vez la relación entre energía y deforestación la enfoca en la necesidad cada vez más urgente de hacer una revolución en las fuentes de energía y en las tecnologías que se usan para su explotación. En resumen, dada la dependencia de los combustibles fósiles es necesario reemplazarlos por otros menos contaminantes. En este tema el gran problema es el costo – beneficio de las fuentes alternativas; si bien hay muchas identificadas, estas son limitadas en su producción (sol, viento) o son muy costosas frente a la energía predominante. El aumento de los precios de la energía en la última

década hace que el interés por las otras fuentes sea cada vez mayor. Se mencionan ejemplos de novedades importantes en esta materia.

Para Meadowcroft hay 4 dimensiones que deben atenderse por parte de la política de cambio climático:

- Construir una capacidad estratégica
- Integrar el tema del CC en las decisiones institucionales del estado
- Movilización Social
- Aprender a gobernar el Cambio Climático

De los cuatro temas anteriores se debe resaltar el énfasis que hace el autor en afirmar que la gestión del CC es un proceso dinámico y que está altamente condicionado por el marco institucional y las relaciones entre niveles de gobierno y entre las agencias del estado. No hay una fórmula única y esta debe ser construida sobre la marcha. Hay derecho a equivocarse y a corregir sobre la marcha.

OTROS DOCUMENTOS

El libro WATER AND CLIMATE CHANGE ADAPTATION IN THE AMERICAS: SOLUTIONS FROM THE REGIONAL POLICY DIALOG (RPD) plantea una visión novedosa del problema del agua. El enfoque de este trabajo es recomendar una buena construcción de la gobernabilidad de las políticas del agua. Se busca que este gobierno sea cada vez más integral y se parta desde los ecosistemas como referencia. La conclusión del trabajo es ilustrativa:

“The great challenge for the future is the gradual mainstreaming of water management in ecosystem services and climate change adaptation, and strengthening the economic and social aspects of all solutions, to reduce our vulnerability and build resilient societies and ecosystems.”

En últimas proponen que el eje articulador del gobierno del agua sea lograr la coordinación de las políticas del Cambio Climático con las políticas del agua; se afirma que estas dos dimensiones hacen parte del mismo problema y por lo tanto no es recomendable separarlas. Así, desde lo institucional no se recomienda crear una nueva institucionalidad y en lo posible utilizar la ya existente. Así mismo, cuando se logra articular las políticas del agua con las de CC, esta articulación se convierte en una de las mejores herramientas para hacer cumplir los objetivos de la política de CC.

El trabajo igualmente defiende la descentralización pues considera que es la mejor herramienta para lograr que muchas de las decisiones que se tomaron desde el nivel nacional se conviertan en políticas efectivas. Afirman que es en el nivel local en donde se tiene una mayor capacidad de respuesta a problemas como inundaciones y en donde se pueden tomar medidas para prevenir efectos negativos o para adaptarse lo más rápido posible. Inclusive dada la inevitabilidad de la participación local se recomienda fortalecer la capacidad local como organización con una buena gerencia. Inclusive se propone financiar los gobiernos locales para estos fines. El trabajo hace un esfuerzo integrador por incluir todas las dimensiones de trabajos anteriores y las incluye como si fueran las condiciones básicas para llegar a un arreglo institucional para el cambio climático:

“In summary, in order to achieve a good governance of water resources, IWRM should be based on the inclusion and effective participation of all sectors of society, ensuring representation from each stakeholder that has an interest in and/or depend upon water, be they users, civil society organizations and indigenous people as well as including gender perspectives....With these users, plans should be formulated to harmoniously coordinate the uses and customs, standards and laws that encourage the management of land and other resources with local goals and a basin-wide vision. In building this improved governance to face climate change, it is pivotal to combine capabilities between government and society, and consider the appropriate and timely use of climate information, as well as transparency and accountability”.

Dos trabajos de Agrawal et. al. (2009) hacen igualmente un gran énfasis en la necesidad de descentralizar la política de cambio climático. Coinciden con otros trabajos en el nivel local de gobierno es el que tiene una mayor capacidad de respuesta a los problemas del CC. Igualmente, dice que el principal problema se encuentra en la debilidad institucional de estos gobiernos, en la baja capacidad de convocatoria que tienen y en la muy limitada coordinación de políticas y tareas con otras agencias estatales. En estos trabajos igualmente hacen énfasis en tareas similares a las de trabajos anteriores pero concentran su centro análisis en la vida municipal. Así, el autor afirma que su análisis lo llevó a concluir que hay lecciones de los planes de adaptación en la vida local.

- Hay una gran diversidad de instituciones en el nivel municipal,
- Es necesario que se diseñe un estrategia local de adaptación junto con los factores o elementos que la pueden promocionar,
- Hay que tener un alto nivel de rendición de cuentas y,
- Hay que lograr una mayor equidad en las relaciones entre el nivel local con el nacional.

Este último punto es de especial importancia pues se encuentra una asimetría entre el municipio y los actores nacionales. Asimetría que se convierte en una relación de principal – agente entre los dos niveles de gobierno y donde necesariamente el alcalde y sus funcionarios juegan un papel pasivo que sólo recibe instrucciones del nivel central. Si lo que se busca es coordinar políticas y, es básico el papel de las autoridades locales, se necesita una relación más equitativa que debe ser impulsada por desde el nivel central. Hay que respetar la autonomía de los territorios, y hacerlos actores activos del CC.

Finalmente, Cardona (2009) plantea que el CC es un tema transversal y debe ser entendido y tratado de esa manera ya que es un fenómeno multidimensional y debe ser un tema central dentro del desarrollo del país. Su planificación es central y debe ser realizada de manera interinstitucional para lograr intervenciones exitosas. La coordinación y el encauzamiento de esfuerzos hacia impactos significativos se logra si se trabaja en red. Sólo así, se pueden potenciar las capacidades de los actores en las regiones. Se busca aunar esfuerzos en torno a las iniciativas y proyectos que se desarrollen para el CC, ya que en lo que se ha observado varios de los esfuerzos han sido aislados y, en muchos casos, los municipios debido a la falta de presupuesto no ha sido posible la implementación de programas exitosos en materia de cambio climático.

Cabe mencionar que la investigación es fundamental para el avance y la construcción de mayores capacidades científicas en el país, para el abordaje de este tema. Las universidades pueden jugar un papel fundamental en este tema, ya existen grupos de investigación que han desarrollado investigaciones exitosas sobre el tema pero se debe garantizar continuidad y financiación (aspectos fundamentales para el avance en las medidas de adaptación del cambio climático), también investigaciones sobre los POT, su aplicabilidad y los resultados logrados en la región capital serían de gran utilidad para la comprensión de los fenómenos actuales de ocupación y aprovechamiento del territorio.

Para concluir, se encuentra que todos los trabajos que analizan el papel de los actores y de los arreglos institucionales que se han creado para la puesta en marcha de una política de cambio climático, en general, se refieren a los mismos temas:

- Primero, la utilización oportuna de la información científica tanto para dar conocer la magnitud del problema como para servir de respaldo a la definición de una agenda de investigación y seguimiento del CC en las regiones.
- Segundo, es necesario descentralizar la política de CC. Los problemas de este tema se definen en la vida local y la respuesta debe ser acorde. Por fortuna en Colombia hay una descentralización fuerte y hay experiencia en hacer esfuerzos conjuntos entre niveles de

gobierno para gestionar programas que vienen impulsados desde el nivel nacional. Como corolario, cuando la capacidad institucional local sea débil, es mejor fortalecerla con programas de apoyo. No se deben ejecutar programas desde el nivel central.

- Tercero, la institucionalidad que se diseñe debe tener en cuenta dos principios que se rescatan: (i) Se recomienda utilizar el marco institucional existente de programas similares o del mismo sector. Una nueva institucionalidad para el CC es costosa, compleja de administrar y tiende a repetir o contradecir tareas de otras políticas y programas. Específicamente, se sugiere que estos programas estén lo más cerca posible de los programas de mitigación y atención de desastres. Ya que por su misma naturaleza están relacionados y mucho más de lo que los mismos actores del sector ambiental lo reconocen; (ii) La coordinación intra sectorial es muy compleja y lleva un desgaste institucional que en muchos casos es muy costosa para el sector público. Sin embargo, se recomienda que se evalúe la posibilidad de que la política de cambio climático se adelante en forma integral con lo que se conoce la gobernanza del agua. El actual Plan de Desarrollo de Bogotá se acerca en mucho a esta propuesta, así como Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad.
- Cuarto, el gobierno nacional se debe concentrar en liderar el tema del CC y en que sea parte central de la agenda pública. Este liderazgo debe extenderse al resto de actores del sistema y a los medios de comunicación. Así mismo, debe liderar la puesta en marcha de políticas blandas que se ejecuten en la vida local: educación para el cambio climático, programas de televisión, talleres con las comunidades que vivan en zonas de reserva o que sean potenciales afectados por el CC, entre otros. Finalmente, el nivel central debe liderar un programa de asistencia y fortalecimiento de la capacidad local en estos temas de CC.
- Quinto, la política de CC debe tener muy en cuenta en entorno social, económico y político en donde se desarrolla. Para un país como Colombia, con un nivel de ingresos medios y grandes necesidades represadas, la atención de sus políticas se debe centrar más en la adaptación al CC, como se argumenta en detalle en el Entregable 2. Estos temas son tan importantes como las predicciones del cambio en la temperatura a largo plazo. Se debe hacer un esfuerzo académico para profundizar el conocimiento y que este sirva de respaldo a las decisiones que se tomen.

4 CONCLUSIÓN PRELIMINAR

Además de lo planteado, se considera que la discusión central para fortalecer los instrumentos de política es la creación de un Ministerio del Agua. Las razones que respaldan esta propuesta son muy diversas y tienen un buen sustento técnico, pero no son objeto de este informe. De nuestro interés es que este posible ministerio quedaría a cargo de tema del Cambio Climático y haría parte integral de la política de gestión del riesgo, del manejo del agua y de los POMCAS.¹²

Así mismo, entre sus ventajas se encuentra que este ministerio podría ordenar el exceso de legislación en estos temas. Se lograría priorizar la legislación existente de cambio climático y remplazar la legislación vigente. Si esta gran reforma se da en la región capital se propone actuar en consecuencia y que se cree para la región capital una institucionalidad consecuente con la anterior. Se debe reconocer que en Bogotá ya se han pasos importantes en este camino tal y como está reflejado el plan de desarrollo Bogotá Humana y el POT recientemente aprobado por decreto. La Empresa de Acueducto de Bogotá, la CAR en los temas de cambio climático y los planes de gestión del riesgo y los POMCAS serían responsabilidad de la figura institucional que se diseñe para tal fin. De facto algunos trabajos recientes llamaron la atención sobre la necesidad de modificar la institucionalidad actual para tener una buena política de CC. Al respecto varios trabajos del CIDER han analizado esta política distrital, por ejemplo Hernández et. al. (2013) afirma que era necesaria una modificación del POT como la que se adelantó para poder diseñar la institucionalidad apropiada para enfrentar el Cambio Climático. Así mismo, en estos trabajos concluyen que para fortalecer la rendición de cuentas es necesario modificar la institucionalidad para esta política sea más efectiva.

Finalmente, y en consistencia con lo planteado sobre el mismo tema en el Entregable 2, queda por discutir cual puede ser el papel más eficaz de PRICC frente a este posible cambio. Cundinamarca ya decidió con la Ordenanza 2013 que el PRICC sea pieza fundamental en la política de CC del departamento. El Bogotá esta asignación no está tan clara, pero se puede mencionar que se debe evaluar si el PRICC debe ser parte integral de la institucionalidad que la ciudad reciente está modificando.

¹² Ver El Espectador. Encuentro por el AGUA. Diciembre 2013 - #1. Bogotá.

REFERENCIAS

Agrawal A., M. Kononen, M. y N. Perrin. 2009. Climate Policy Processes, Local Institutions, and Adaptation Actions: Mechanisms of Translation and Influence. SOCIAL DEVELOPMENT WORKING PAPERS Paper No. 119. Washington, D.C.: World Bank.

Agrawal, A. et. 2009. The role of local institutions in adaptation to Climate Change. SOCIAL DEVELOPMENT WORKING PAPERS Paper No. 118. Washington, D.C.: World Bank.

Bauer A., Fechtinger J, y Steurer, R. 2011. The governance of climate change adaptation in ten OECD countries: Challenges and approaches. INFER. Discusión Paper 1-2011. Viena.

Boussaguet L. & et al 2009. Diccionario de políticas públicas. (1ra Ed Castellano) (Gonzalez, A.C., Ocampo, V.H., Jolly, J.F., Uribe, D.S. & Cuervo, J.I. Trad). Bogotá, Colombia.: Universidad Externado de Colombia.

Cardona, A. 2009. Mapeo institucional, actores relacionados con el abordaje del cambio climático en Colombia. Proyecto Integración de riesgos y oportunidades del cambio climático en los procesos nacionales de desarrollo y en la programación por países de las Naciones Unidas. PNUD: Bogotá.

Cortina, S & et al. 2007. Océanos y costas análisis del marco jurídico e instrumentos de política ambiental en Méjico. Primera Edición. Méjico: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Instituto Nacional de Ecología.

García, J. 2007. La implementación de la convención de cambio climático y su adopción como política pública en Colombia. Tesis Magister Ciencias Políticas. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia.

Hernandez, A. et. al. 2013. Las grandes polémicas por la modificación excepcional del POT (MEPOT). Alcaldía de Bogotá – Bogotá Humana. Págs. 24 y sgs.

Hernández A., Flórez J. y S. Hincapié. 2013. *La gobernanza del agua: ¿un espacio para la rendición de cuentas?* Centro Interdisciplinario de Estudios sobre el Desarrollo (CIDER), Universidad de los Andes.

Hernández, A. *Incidencia de la rendición de cuentas en la gobernanza y la gestión del agua. Un análisis regional de cuatro casos de estudio en América Latina.* Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Noviembre de 2013.

Hufty, M. 2009. Una propuesta para concretar el concepto de gobernanza: el marco analítico de la gobernanza. En Mazurek, H. (eds). *Gobernabilidad y gobernanza de los territorios en América Latina* (77- 100). Lima, Perú.: Editorial Instituto Francés de Estudios Andinos, UMIFRE 17, CNRS/MAEE.

IPCC 2012. Summary for Policymakers. In: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA.

Meadowcroft J. 2009. *Climate Change Governance*. Washington, D.C.: Banco Mundial.

North, D. 1993. *Instituciones, cambio institucional y desempeño económico*, México, Editorial, Fondo de Cultura económica.

Ostrom, E (2000). *El gobierno de los bienes comunes la evolución de las instituciones de acción colectiva* (Primera edición). México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México (pp 94 – 99).

Pabón, A. 2012. Trayectoria institucional del desarrollo alternativo en San Pablo y Cantagallo. Tesis de maestría publicada (Primera Edición). Bogotá, Colombia.: Universidad de los Andes. Centro Interdisciplinario de Estudios sobre Desarrollo, Cider.

Regional Policy Dialog on Water and Climate Change Adaptation in the Americas (rpd), 2012 “Water and Climate Change Adaptation in the Americas: Solutions from the Regional Policy Dialog (rpd)”.

Rodríguez – Becerra M. & Espinoza G. 2002. Gestión Ambiental en América Latina y el Caribe evolución, tendencias y principales prácticas. New York: Banco Interamericano de Desarrollo.

DOCUMENTOS PÚBLICOS

Departamento Nacional de Planeación. (s.f.). Contratos Plan. Recuperado el 28 de octubre de 2013, de <https://www.dnp.gov.co/Gobierno/ContratosPlan.aspx>

Ministerio del Medio Ambiente & Departamento Nacional de Planeación. (2002). Lineamientos de política de cambio climático. Resumen ejecutivo. Bogotá, Colombia. Recuperado el 17 de agosto, 2013 de [http://cdim.esap.edu.co/.../lineamientos%20de%20política%20de%20cambio%](http://cdim.esap.edu.co/.../lineamientos%20de%20política%20de%20cambio%20)

Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2013). Mecanismo de desarrollo limpio. Recuperado el 28 de octubre de 2013, de <http://www.minambiente.gov.co//contenido/contenido.aspx?catID=1265&conID=7715>

Gobierno de la República de Guatemala & Fondo para el Logro de los ODM. (2011). Identificación de instrumentos de políticas públicas que favorecen la adaptación al cambio climático y determinación de su aplicabilidad del corredor seco. Programa Conjunto Fortalecimiento de la gobernabilidad ambiental ante el riesgo climático en Guatemala.

Ley 1450 de 2011. Recuperado el 29 de octubre de 2013 del sitio web <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=43101>

Ley 152 de 1994. Recuperado el 29 de octubre de 2013 del sitio web <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=327>

Ordenanza 128 de 2012. Recuperado el 29 de octubre de 2013 del sitio web http://www.cundinamarca.gov.co/Cundinamarca/Archivos/fileo_otrssecciones/fileo_otrssecciones8168893.pdf

Acuerdo 489 de 2012. Recuperado el 29 de octubre de 2013 del sitio web <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=47766>

Decreto 1220 de 2005. Recuperado el 31 de octubre de 2013 del sitio web <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=16316>

Decreto 1200 de 2004. Recuperado el 31 de octubre de 2013 del sitio web <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=13550#14>

Decreto 509 de 2009. Recuperado el 31 de octubre de 2013 del sitio web <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=37841>

Ley 1523 de 2012. Recuperado el 31 de octubre de 2013 del sitio web <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=47141>

Ley 1333 de 2009. Recuperado el 1 de noviembre de 2013 del sitio web <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=36879#0>

Decreto 1729 de 2002. Recuperado el 7 de noviembre de 2013 del sitio web <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5534>

TERCERA PARTE

RESULTADOS

ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD ACTUAL Y FUTURA A LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y AL CAMBIO CLIMÁTICO CON ENFOQUE TERRITORIAL EN LA REGIÓN CAPITAL BOGOTÁ CUNDINAMARCA.

VI. MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO DEL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD ACTUAL Y FUTURA A LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y AL CAMBIO CLIMÁTICO DE LA REGIÓN BOGOTÁ-CUNDINAMARCA, BAJO UN ENFOQUE TERRITORIAL

Elaborado por: Conservación Internacional Colombia

Ángela Andrade, Coordinadora Técnica

Leonardo Sáenz, Profesional Ecohidrólogo

Patricia Bejarano M., Profesional Urbano-Regional

Oscar Bonilla, Profesional Socio-Económico

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción.....	189
2. Cambio Climático, Adaptación y Vulnerabilidad	192
3. Gestión de Riesgos de Eventos Extremos y Desastres.....	196
4. Los Ecosistemas y el Cambio Climático.....	198
5. Adaptación al Cambio Climático-marco conceptual.....	202
6. Servicios Ecosistémicos y Vulnerabilidad al Cambio Climático	205
7. Herramientas y enfoques para evaluación de vulnerabilidad de ecosistemas debido a Cambio Climático.....	¡Error! Marcador no definido.
8. Propuesta metodológica Y MÉTODOS ESTADÍSTICOS PARA EL MANEJO Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
8.1 información secundaria.....	¡Error! Marcador no definido.
8.2 Evaluación de exposición	¡Error! Marcador no definido.
8.2.1. Marco metodológico del análisis de exposición	213
8.2.2 Datos de la exposición sobre el cambio climático y climatologías que se utilizarán en la elaboración de modelos	¡Error! Marcador no definido.
8.2.3 Requerimientos de información	¡Error! Marcador no definido.
8.3 Definición de variables, propuesta de indicadores e índices agregados para el análisis de vulnerabilidad al CC de la región Capital, las cuales se incorporarán a los modelamientos y en la determinación de capas espaciales.	¡Error! Marcador no definido.
8.4 Exposición a Nivel Socio-Económico.....	¡Error! Marcador no definido.
8.5 Estudios e información secundaria disponible sobre escenarios de cambio climático relacionados con las variables seleccionadas.....	¡Error! Marcador no definido.

8.6 Sensibilidad	¡Error! Marcador no definido.
8.7 Amenazas	¡Error! Marcador no definido.
8.8 Tendencias de Cambio: Modelos de Cambio Climático	¡Error! Marcador no definido.
8.9 Tendencias de cambio a nivel socio-económico	¡Error! Marcador no definido.
8.10 Capacidad de Adaptación al Cambio Climático:.....	¡Error! Marcador no definido.
9. Referencias	249

2. INTRODUCCIÓN

El objetivo final de la Convención Marco de Naciones Unidas de Cambio Climático, CMNUCC es “la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, a un nivel que prevenga una interferencia antropogénica peligrosa con el sistema climático. Tal nivel debe ser evitado en un tiempo suficiente que permita a los ecosistemas adaptarse al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se amenace y permita el desarrollo económico de manera sostenible”. CMNUCC, Art, 2.¹³

La publicación del 4º. Informe de Evaluación del IPCC en el 2007, hace énfasis en la urgencia de desarrollar acciones que eviten un daño irreversible de las comunidades humanas, el desarrollo de sectores y ecosistemas, basado en el consenso científico, que aún si la comunidad internacional se compromete, los impactos del cambio climático continuarán por décadas. (IPCC, 2007).

De acuerdo con lo anterior, la adaptación al cambio climático se constituye como uno de los pilares de la Convención, y desde su inicio se han propuesto unos elementos básicos para proponer acciones de adaptación, basado en una evaluación de la exposición, la sensibilidad y la capacidad adaptativa, como base para establecer la vulnerabilidad ante el cambio climático y definir medidas de adaptación que permitan enfrentar dichos impactos.

Por otro lado, la definición de acciones de adaptación y mecanismos de respuesta, depende en gran parte de la ruta metodológica que se elija (análisis de impactos, exposición, vulnerabilidad o riesgos) y el enfoque de adaptación que se considere. Por lo tanto, para la elaboración del presente estudio, se eligió efectuar un análisis de vulnerabilidad, bajo una perspectiva integral, territorial y relacionado principalmente con el Enfoque de Adaptación Basado en Ecosistemas.

A manera de contexto es importante mencionar que en el ámbito nacional, se han efectuado dos aproximaciones a la vulnerabilidad, tal como se establece en la Primera y Segunda Comunicación Nacional a la Convención de Cambio Climático (IDEAM, 2001; IDEAM, 2010). Para el caso de la Primera Comunicación, el estudio de vulnerabilidad fue desarrollado por expertos de alto nivel, convocados por el IDEAM, basados en las metodologías propuestas por el IPCC, 1996. Para tal efecto se utilizaron análisis y modelos globales, así como tendencias nacionales, y se determinó la susceptibilidad y vulnerabilidad de elementos y sistemas expuestos: áreas costeras, recursos hídricos, glaciares,

¹³ CMNUCC, 2002. NU 1992 FCCC/INFORMAL/84*

cobertura vegetal, zonas secas, agricultura y salud humana. Los niveles de vulnerabilidad fueron desarrollados por sectores y se identificaron opciones de adaptación de carácter general.

Por otra parte, los estudios de vulnerabilidad que forman parte de la Segunda Comunicación Nacional fueron desarrollados por expertos de instituciones y sectores de importancia para el país (estos estudios consideran conceptos y metodologías propuestos por el IPCC, 2007 entre otros). Por ejemplo, el estudio de vulnerabilidad se sustenta en los escenarios de cambio climático desarrollados por el proyecto INAP (IDEAM, 2011), e incluye criterios e indicadores, así como modelos socio-económicos. La Segunda Comunicación aporta bases para el desarrollo de modelos de vulnerabilidad para la implementación de nodos regionales de cambio climático. (IDEAM, 2011).

Cabe mencionar que tanto la Primera como la Segunda Comunicación a la CMNUCC, establecen los altos niveles de vulnerabilidad de los ecosistemas de alta montaña, los cuales predominan en el territorio Bogotá-Cundinamarca.

Desde otro marco de referencia, a niveles más detallados, se cuenta con los estudios efectuados en el marco del Proyecto Piloto Nacional Integrado de Adaptación al Cambio Climático, INAP, cuyo objetivo principal fue el diseñar e implementar un programa de adaptación para garantizar el mantenimiento de los servicios ecosistémicos en el Macizo de Chingaza, debido a la importancia estratégica de esta región en el abastecimiento hídrico de varias poblaciones de Cundinamarca, incluyendo la ciudad de Bogotá. (IDEAM, 2011)

Así mismo, en el año 2011, el Gobierno Nacional expide la Política Nacional de Cambio Climático, CONPES 3700, la cual incluye el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, PNACC como uno de sus 3 pilares. Su objetivo es reducir el riesgo y los impactos socio-económicos y ecológicos asociados a la variabilidad y al cambio climático en Colombia. A manera de síntesis, el PNACC consta de 4 fases, dentro de las cuales la primera constituye la base conceptual. En esta se establece que la vulnerabilidad está compuesta por la sensibilidad y la capacidad de adaptación. Por otro lado, se menciona que la vulnerabilidad tiene dos componentes, el primero que mide la sensibilidad y el segundo que mide la capacidad del sistema de afrontar y recuperarse ante un evento, para lo cual se considera la capacidad de adaptación. (DNP, 2012). El PNACC establece que la adaptación debe basarse en una visión integral, y reconoce diferentes enfoques hacia la adaptación, con énfasis en la comunidad, los ecosistemas o la infraestructura y hace énfasis en su integración dado que el cambio climático afecta a todos los sistemas y todas sus dimensiones.

En el ámbito territorial, el actual Plan de Desarrollo Departamental de Cundinamarca 2012-2016, incluye dentro de sus objetivos la sostenibilidad rural, en donde uno de los pilares fundamentales, es la gestión del riesgo y la adaptación a la variabilidad y el cambio climático. Así mismo, el Plan de Desarrollo Económico, Social, Ambiental y de Obras Públicas para Bogotá, D.C 2012-2016, considera como uno de sus ejes estratégicos, el enfrentar el cambio climático y su ordenamiento alrededor del agua. De forma complementaria, el Plan del D.C. considera la articulación de las políticas de ordenamiento territorial, gestión ambiental y gestión del riesgo, con prioridad a los conflictos sociales y ambientales existentes, en zonas de alto riesgo.

Una de las mayores limitantes en estudios de vulnerabilidad a nivel sub-nacional y local, analizados a nivel global, es la no inclusión de los ecosistemas y los servicios que estos suministran en la evaluación (UNFCCC, 2013). Algunos estudios de caso que presentan una visión más comprehensiva a la

vulnerabilidad, y que fueron presentados en el taller de Adaptación basada en Ecosistemas efectuado en el 2013, incluye algunos casos promovidos por Conservación Internacional (CI) en Sur África, Brasil y Filipinas, UNDP, en Uganda, entre otros. Una de las principales conclusiones y recomendaciones en el contexto de Programa de Trabajo de Nairobi de la Convención de Cambio Climático, NWP por sus siglas en inglés, es la necesidad de considerar las funciones de los ecosistemas, al desarrollar estudios de vulnerabilidad al cambio climático o evaluaciones de riesgo, y mejorar la comprensión de los impactos del cambio climático en los servicios ecosistémicos.

El presente ejercicio persigue el objetivo de analizar el impacto de los servicios ecosistémicos en la población, para el caso del área de Bogotá-Cundinamarca, en donde se propone el uso de modelos eco-hidrológicos avanzados que permitan tener una mejor noción entre los vínculos entre población y servicios ecosistémicos, y de cómo los ecosistemas contribuyen a la reducción de la vulnerabilidad y al aumento de la resiliencia al cambio climático. Estos modelos se construyen con el uso de información empírica, que caracteriza los controles eco-hidrológicos que determinan la distribución de agua y otros servicios ecosistémicos, como los de adaptación al cambio climático, en áreas tropicales de montaña y el uso de modelos eco-hidrológicos.

Es importante mencionar que los enfoques eco-hidrológicos robustos desarrollados para áreas tropicales de montaña tales como FIESTA/ *"WaterWorld"* y *"Costing Nature"*, apoyados y desarrollados por CI, han sido probados y validados en varias geografías tropicales, en colaboración con socios, contribuyen en la priorización de áreas de inversión estratégica en adaptación, cuyo mejor manejo y protección podrían reducir la vulnerabilidad al cambio climático y aumentar la resiliencia de la región capital.

Estos enfoques hacen parte de un conjunto de modelos para el estudio de los servicios suministrados por los ecosistemas de alta montaña como los de la región capital, que se denomina *"CI Policy support"*, que son liderados desde el programa de eco-hidrología de Conservación Internacional. Dichos modelos han sido usados previamente en la caracterización del impacto del uso del suelo sobre el sistema de embalses del territorio Bogotá- Cundinamarca (Sáenz, 2007) y en soporte del proyecto "Cinco Hermanos" liderado por Conservación Internacional para estudiar el riesgo de sequía en la región.

Esta aproximación se ha complementado con enfoques sociales y demográficos, que permiten analizar el componente de población, y sus vínculos con los análisis de servicios ecosistémicos mencionados, y reducción de riesgos a desastres, relevantes para el Departamento de Cundinamarca y el Distrito Capital. (Martine, G and D.Schensul, 2013).

3. CAMBIO CLIMÁTICO, ADAPTACIÓN Y VULNERABILIDAD

La Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, CMNUCC, define el Cambio Climático como “un cambio en el estado del clima que puede ser identificado por cambios en el valor medio de sus propiedades y/o por la variabilidad de las mismas, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o periodos más largos. El cambio climático puede originarse por procesos internos naturales, a forzamientos extremos, por cambios antropogénicos persistentes en la composición de la atmosfera o por cambios en el uso de la tierra”.¹⁴

Así mismo la vulnerabilidad en el contexto de la CMNUCC se ha definido como el “grado en el cual un sistema es susceptible a, o es incapaz de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y cambios extremos”¹⁵. La vulnerabilidad se determina en función del carácter, la magnitud y la tasa de variación climática a la cual un sistema es expuesto, su sensibilidad y capacidad adaptativa. Por ello una evaluación de vulnerabilidad en el contexto del cambio climático se refiere a un análisis de las características de un sistema que lo hace susceptible a los impactos negativos o positivos, debido a la variabilidad al cambio climático. Así mismo la sensibilidad es el grado al cual un sistema es afectado de manera adversa o benéfica, por un estímulo relacionado con el clima y el efecto puede ser directo o indirecto.

Según el IPCC, 2007 la adaptación es “un ajuste en los sistemas naturales y humanos, en respuesta a los estímulos climáticos actuales o esperados, o sus efectos, los cuales moderan los impactos o explotan oportunidades beneficiosas”. Siguiendo la definición del IPCC de vulnerabilidad, los 3 elementos centrales de la adaptación son:

- La “exposición”, la cual puede ser reducida reubicando a una población o creando sistemas de alertas.
- La “sensibilidad” la cual puede reducirse sembrando por ejemplo nuevos cultivos resistentes, mejorando normas de construcción, entre otros.
- La “capacidad adaptativa”, la cual se puede mejorar incrementando el bienestar de la comunidad, mejorando sistemas de seguros, promoviendo la educación y sistemas de comunicación en general.

De igual manera la adaptación es un tema que desde el ámbito político de la CMNUCC se viene trabajando desde su inicio, pero solamente se consolida en el año 2011, con la adopción del “Marco de Adaptación de Cancún”, 2011¹⁶. El Marco de Adaptación de Cancún reconoce la necesidad de considerar en la adaptación, tanto los ecosistemas como las comunidades, con el fin de promover un marco más comprensivo. El acuerdo establece que la adaptación debe considerar grupos vulnerables, comunidades y ecosistemas, y debe basarse en la mejor ciencia disponible, el conocimiento tradicional e indígena, y con el fin de integrar la adaptación en las políticas sociales, económicas y ambientales más relevantes.

¹⁴ CMNUCC, 2002. Op. cit

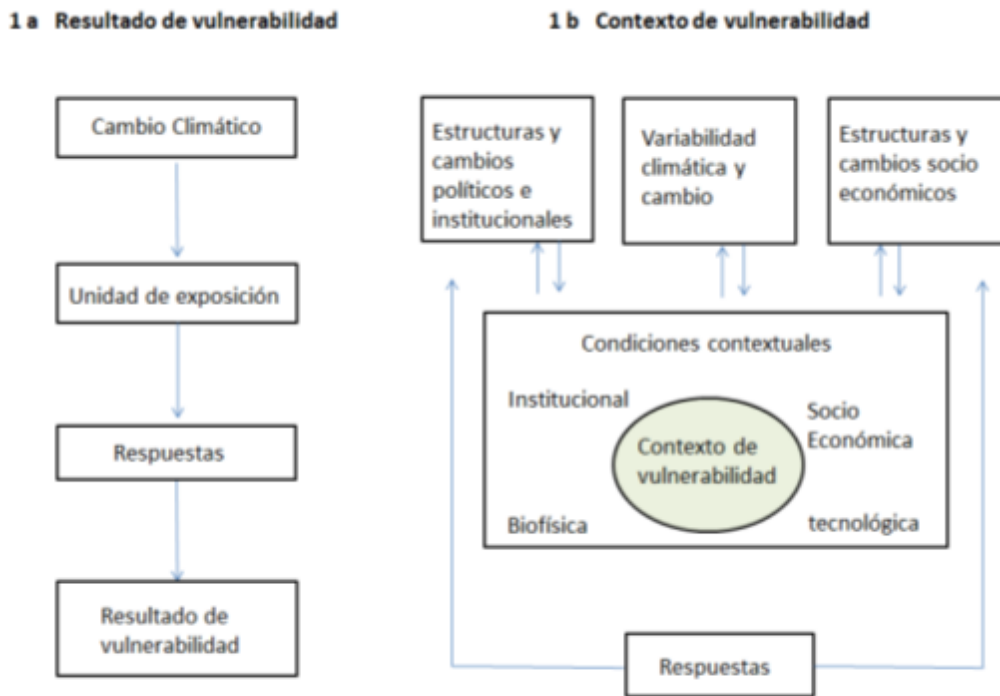
¹⁵ CMNUCC, 2002. Op. cit

¹⁶ CMNUCC, 2011. Marco de Adaptación de Cancún.

De forma complementaria, en el marco de la Convención se han elaborado documentos que sintetizan los vínculos entre el Cambio Climático y la Hidrología, así como su relevancia para la adaptación al cambio climático. (FCCC, 2011).¹⁷

Por otro lado se reconoce que los ecosistemas naturales suministran una amplia gama de bienes y servicios, incluyendo recursos como el agua, el suelo, los bosques, la pesca, entre otros, de los cuales depende el hombre y su bienestar. Esta situación es más crítica en los países vía de desarrollo, en donde hay una mayor proporción de la población, especialmente los más pobres, que dependen directamente de los servicios que estos ecosistemas suministran. Por ello la adaptación al cambio climático incluye un amplio rango de acciones, y dentro de ellas, se reconoce el rol que juegan los ecosistemas saludables, con el fin de aumentar la resiliencia y ayudar a la población a adaptarse al cambio climático.

Desde otro marco de referencia también es pertinente resaltar que la vulnerabilidad ha sido interpretada principalmente bajo dos visiones, tal como lo establece O'Brien, et al, 2007¹⁸, una es la "Resultado de la Vulnerabilidad" y la otra es la "Contexto de Vulnerabilidad" como se muestra en la siguiente gráfica:



Modificado de Visiones a la vulnerabilidad, O'Brien et al, 2007.

¹⁷ FCCC, 2011. Water and climate change impacts and adaptation strategies. FCCC/TP/2011/5

El “resultado de vulnerabilidad” se considera como el residuo que queda, de la exposición de impactos del cambio climático, asociados con el aumento de gases de efecto invernadero y después de las respuestas de adaptación. Los estudios que se han efectuado con base en este modelo, han sido generalmente de carácter sectorial, y se enfocan en donde es probable que haya más afectación y en busca de los umbrales peligrosos de cambio climático. Por otro lado, el “contexto de la vulnerabilidad” se basa en una visión más multidimensional de las interacciones clima-sociedad, y considera de forma dinámica, las condiciones institucionales, biofísicas, socioeconómicas y tecnológicas que afectan el grado de exposición a los cambios climáticos, junto con otros tipos de cambios, y las formas en que las personas expuestas pueden responder.

Respecto a lo anterior cabe mencionar que los estudios que utilizan esa interpretación a menudo tienen una visión más integral en un entorno local, mirando cómo y por qué ciertos grupos se ven afectados de manera diferente por el cambio climático, a menudo en el contexto de otros cambios que ocurren al mismo tiempo.

- **Los Estudios de Vulnerabilidad frente al Cambio Climático en Colombia:**

En el ámbito nacional, se han efectuado dos aproximaciones a la vulnerabilidad, tal como se establece en la Primera y Segunda Comunicación Nacional a la Convención de Cambio Climático (IDEAM, 2001; IDEAM, 2011). En cuanto a la Primera Comunicación Nacional a la CMNUCC se menciona lo siguiente:

El estudio de vulnerabilidad fue desarrollado por expertos de alto nivel, convocados por el IDEAM, basados parcialmente en las metodologías propuestas por el IPCC, 1996. Para tal efecto se utilizaron análisis y modelos globales, así como tendencias nacionales, y se determinó la susceptibilidad y vulnerabilidad de elementos y sistemas expuestos: áreas costeras, recursos hídricos, glaciares, cobertura vegetal, zonas secas, agricultura y salud humana. Por otro lado los niveles de vulnerabilidad fueron desarrollados por sectores y se identificaron opciones de adaptación de carácter general. Dentro de ese contexto una de las áreas prioritarias identificadas como altamente vulnerables a los impactos del cambio climático son los ecosistemas de alta montaña y páramo, debido a los servicios ecosistémicos que estos suministran a una gran cantidad de habitantes del país, especialmente sobre el agua.

Es de mencionar que esta Primera Comunicación dio origen al INAP, primer proyecto de adaptación al cambio climático presentado por el gobierno colombiano ante el Fondo Especial de Cambio Climático del GEF, con el objetivo de apoyar al gobierno nacional en la formulación de políticas y acciones piloto de adaptación al cambio climático, el cual tuvo alta relevancia en la Política Nacional de Cambio Climático, la 2ª Comunicación Nacional a la CMNUCC, la construcción de los escenarios nacionales de cambio climático y el desarrollo de acciones piloto en ecosistemas y sectores altamente vulnerables, como el alta montaña, zonas marinas costeras y salud humana.

Por otro lado, respecto a la segunda Comunicación Nacional a la CMNUCC se resalta lo siguiente:

Los estudios de vulnerabilidad que forman parte de la Segunda Comunicación Nacional, fueron desarrollados por el IDEAM con la participación de expertos de instituciones y sectores relevantes. Se tienen en cuenta conceptos y metodologías propuestos por el IPCC, 2007, entre otros. Principalmente el estudio de vulnerabilidad se sustenta en los escenarios de cambio climático desarrollados por el proyecto INAP (IDEAM, 2011), e incluye criterios e indicadores, así como modelos socio-económicos.

De igual manera, la Segunda Comunicación aporta bases para el desarrollo de modelos de vulnerabilidad para la implementación de nodos regionales de cambio climático. (IDEAM, 2011).

A manera de síntesis, tanto la Primera como la Segunda Comunicación a la CMNUCC, establecen los altos niveles de vulnerabilidad de los ecosistemas de alta montaña, los cuales predominan en el territorio Bogotá-Cundinamarca. Se resalta la alta vulnerabilidad de los ecosistemas de bosque Alto Andino, valorados por su importancia en la regulación del recurso hídrico, así como cambios en el régimen hidrológico (aumentos en el número de tormentas más intensas y períodos de sequía más extremos y prolongados). Cabe mencionar que ese comportamiento afecta los usos y actividades desarrolladas por los sistemas productivos que dependen de los bienes y servicios ambientales generados en estos ecosistemas. (IDEAM, 2011).

Adicionalmente, tal como lo menciona el IDEAM en la 2ª Comunicación Nacional, los reportes más frecuentes de desastres están igualmente asociados a dinámicas hídricas, tales como inundaciones, deslizamientos y avalanchas torrenciales. Adicionalmente, el IDEAM establece que la vulnerabilidad detectada puede corresponder a situaciones actuales, determinada por condiciones socio-económicas, pero puede extenderse a futuro como escenario de referencia de la vulnerabilidad socio-económica.

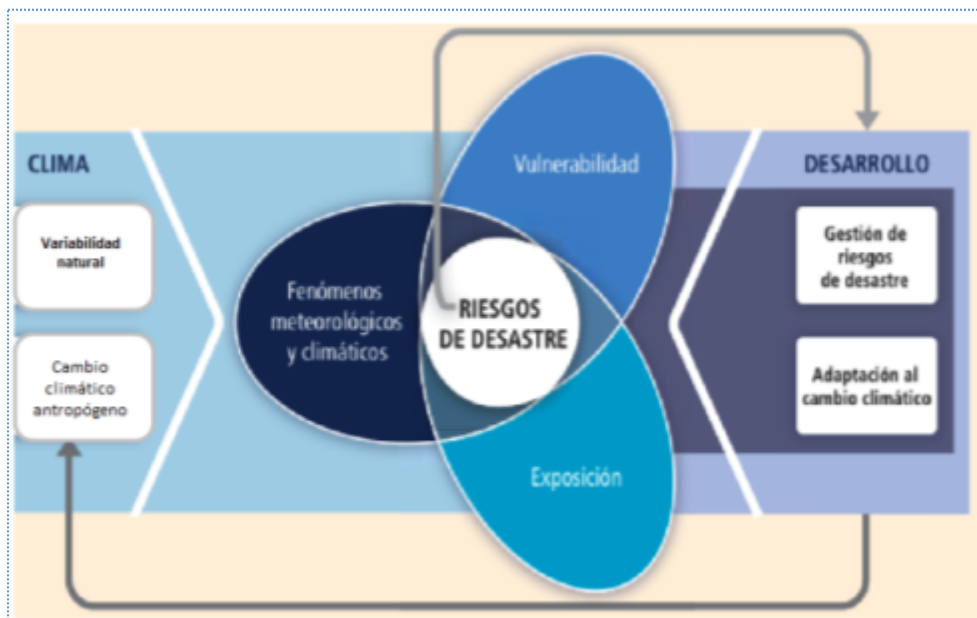
Por ejemplo como resultado del análisis de vulnerabilidad, riesgos y amenazas efectuado por el IDEAM, en el marco de la 2ª Comunicación Nacional, se identificó al "Orobioma Alto Andino" (85% alta montaña), como una de las áreas geográficas del país que presenta una mayor prioridad de conservación, debido entre otros, al hecho de que los impactos potenciales, altos y muy altos, que se pueden presentar en el período 2011 a 2070, cubren más del 70% de este ecosistema. Estos impactos analizados en función de los bienes y servicios prestados a la población y a los sistemas productivos que dependen de él, representan importantes consecuencias para las actividades socio económicas (debido entre otros factores por la alta presión en el cambio del uso de la tierra). En este sentido, estos ecosistemas se encuentran en niveles que van de alto a muy alto a los impactos del cambio climático global. (IDEAM; 2011).

Por último, frente a los estudios de vulnerabilidad a nivel detallado cabe resaltar que para el caso del proyecto INAP mencionado anteriormente, se trabajó a nivel piloto en el Macizo de Chingaza, ubicado en el Departamento de Cundinamarca. AL respecto, los escenarios de cambio climático efectuados por el IDEAM para esta zona establecieron que la precipitación podrá disminuir hasta un 30% de los valores actuales, en escenarios pesimistas, y entre 10 al 30% en escenarios más optimistas, con aumentos entre 2 y 4° C en ambos escenarios. (IDEAM, 2011).

Por ello, con el fin de responder a los posibles impactos del cambio climático en el Macizo de Chingaza, se desarrollaron acciones a nivel local y regional, donde la participación de las comunidades fue un pilar fundamental. Por ejemplo, la vulnerabilidad de la cuenca del Río Blanco, dado el carácter local, se fundamentó en el análisis participativo de seguridad del territorio y las encuestas efectuadas a sus habitantes. Estas actividades de trabajo comunitario fueron complementadas con los estudios de sensibilidad del territorio y cada amenaza por niveles de exposición o de presión ejercida por la sociedad sobre los ecosistemas. Para este ejercicio se tuvieron en cuenta cinco amenazas: cambio climático, movimientos en masa, ampliación de la frontera agrícola, minería e infraestructura; lo cual llevó a la determinación de tres niveles de vulnerabilidad en la cuenca del Río Blanco. (IDEAM, 2011).

4. GESTIÓN DE RIESGOS DE EVENTOS EXTREMOS Y DESASTRES

En respuesta a la necesidad de proporcionar asesoría sobre el cambio climático y los eventos meteorológicos extremos “extremos climáticos”, por encargo del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), se realiza el informe especial sobre la Gestión de Riesgos: “Riesgos de Eventos Extremos y Desastres”. Este informe establece que los fenómenos extremos pueden contribuir a la ocurrencia de desastres, teniendo en cuenta que los riesgos de desastre surgen de la interacción entre fenómenos meteorológicos o climáticos extremos (contribuidores físicos de los riesgos de desastre), junto con la exposición y vulnerabilidad (contribuidores del riesgo desde el punto de vista humano) (IPCC, 2012). Tomando como referencia el informe, lo anterior se ilustra gráficamente a continuación:



Vínculos de los conceptos centrales propuestos por SREX, 2012.

El informe de SREX plantea algunos conceptos clave, que contribuyen a consolidar una visión más integral de la vulnerabilidad, en la línea de lo expuesto por O'Brien, 2007, op. cit:

- Exposición: Se refiere a la presencia de personas, medios de subsistencia, servicios y recursos ambientales, infraestructura o activos económicos, sociales o culturales en lugares que podrían verse afectados negativamente. (IPCC, 2012).
- Riesgo de Desastres: Probabilidad que durante un período específico de tiempo, se produzcan alteraciones graves del funcionamiento normal de una comunidad o sociedad, debido a los fenómenos físicos peligrosos que interactúan con condiciones sociales vulnerables, dando

lugar a efectos humanos, materiales, económicos o ambientales adversos, que requieren una respuesta inmediata. (IPCC, 2012).

- Susceptibilidad a Riesgos por Desastres o Sensibilidad en Adaptación al Cambio Climático: Se refiere a la predisposición física de seres humanos, infraestructura o ambiente, para ser afectados por impactos peligrosos, debido a la falta de resistencia y predisposición de la sociedad y ecosistemas a sufrir daño como consecuencia de un impacto.(IPCC, 2012).
- Vulnerabilidad: La propensión o predisposición, de los elementos expuestos, tales como los seres humanos, sus medios de vida y bienes, a verse afectado negativamente, cuando son impactados por eventos de impacto (IPCC, 2012; O'Brien et al, 2007).

A manera de síntesis es importante mencionar que es necesario efectuar análisis integrales de la vulnerabilidad porque ésta describe un conjunto de factores derivados de condiciones históricas, culturales, ambientales, políticas y económicas, que así mismo y en la mayoría de los casos, muestran la relación de vulnerabilidad de estas condiciones frente a los factores sociales y frente el acceso de recursos que esta requiere para su sostenibilidad. Así mismo como factores de vulnerabilidad se incluyen el crecimiento poblacional, el desarrollo urbano desordenado, fallas de gobernanza, degradación ambiental, entre otros. Por ello, el análisis de las relaciones de la comunidad con el ambiente puede ser entendido mejor, en función de los servicios ambientales que suministran los ecosistemas (aspecto que se desarrolla posteriormente en el presente documento en el contexto de la adaptación basada en ecosistemas).

Por tanto y de acuerdo con los argumentos hasta ahora expuestos, se justifica que entender la vulnerabilidad es un prerrequisito para entender el riesgo y desarrollar estrategias de adaptación.

De acuerdo con lo anterior, *la adaptación*, en los sistemas humanos, se entiende como el proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos a fin de moderar los daños o aprovechar las oportunidades. Por otro lado en los sistemas naturales, tan sólo se entiende como el proceso de ajuste al clima real y a sus efectos, donde la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado. (IPCC, 2012).

Por último, se resume según el IPCC, 2012, que la exposición y la vulnerabilidad son los principales factores determinantes de los riesgos de desastre y de los impactos cuando el riesgo se materializa. Así mismo, los fenómenos meteorológicos o climáticos extremos y los que no son extremos, afectan la vulnerabilidad ante futuros fenómenos climáticos extremos, puesto que modifican la resiliencia, la capacidad para enfrentar los problemas y la capacidad de adaptación. Por otro lado, la exposición y la vulnerabilidad son dinámicas que varían en el tiempo, el espacio y dependen de factores económicos, sociales, geográficos, demográficos, culturales, institucionales, de gobernanza y por ende ambientales. En este orden de ideas la exposición y la vulnerabilidad de la gente depende de sus niveles de ingresos, educación, estado de salud, sexo, grupos de edad, clase social, entre otros. Por ello uno de los elementos fundamentales del presente ejercicio es el componente socioeconómico que se explica en mayor detalle en la propuesta metodológica del presente documento.

5. LOS ECOSISTEMAS Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

A manera de preámbulo, se evidencia que los ecosistemas están afectados por el cambio climático y a su vez, el estado en que estos se encuentren, tiene incidencias en la adaptación. Entre otros, por ello un aspecto que cada vez está siendo más documentado, a partir del 2009 cuando se efectúa la sesión del grupo de expertos de cambio climático y biodiversidad (CBD, 2009), ha sido el impacto del cambio climático en las especies, diversidad genética, los ecosistemas, sus funciones y los servicios que estos suministran a la sociedad. Estas amenazas por el cambio climático se suman a otras presiones externas que amenazan la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, como son el cambio en el uso de la tierra, la introducción de especies invasoras, entre otros.

Es de resaltar que algunos ecosistemas ya presentan importantes afectaciones por los cambios observados en el clima, y se consideran particularmente sensibles a cambios en el clima regional. El cambio climático aumenta la presión sobre los ecosistemas, no solamente por las amenazas enunciadas anteriormente, sino por la presencia de prácticas no sostenibles de manejo ecosistémico, tales como la deforestación, la degradación de los suelos, la contaminación, entre otros.

A continuación se resumen algunas de las anteriores evidencias (UNFCCC, 2013):

- Zonas costeras y ecosistemas marinos: cambios en los sistemas marinos, particularmente poblaciones pesqueras asociadas con cambios en los sistemas socio-económicos.
- Bosques, zonas secas, cultivos y pastizales: el aumento en la aridez de en zonas continentales de latitud media, y los riesgos asociados a sequías, pueden llevar a reducción en la disponibilidad de agua, resultando en un estrés adicional a los animales de pastoreo, una disminución en la calidad del forraje, aumento en la productividad, riesgo de incendios forestales y ecosistemas de sabana, con sus posibles impactos en la infraestructura física y social.
- Ecosistemas de montaña y aguas interiores: cambios en la regulación hídrica y en los caudales, inundaciones y sequías, pérdida de especies y desplazamiento de los hábitats de paramos, punas y bosques de niebla, los cuales conllevan a un significativo impacto en los bienes y servicios que los ecosistemas suministran a la sociedad y sus sistemas socio-económicos.

Para el caso de los Andes Tropicales, Anderson et al¹⁹ han compilado una serie de respuestas observadas e hipotéticas a cambios en factores climáticos, con base en el conocimiento de científicos y de ecólogos. En la siguiente tabla se sintetizan algunos de los cambios observados y cambios hipotéticos enunciados por los citados autores, según el grado de confianza en los cambios para algunos de los ecosistemas andinos, representados en el área Bogota- Cundinamarca (+bajo, ++medio, +++alto)

¹⁹ Anderson et al, 2011, Consequences of Climate Change for Ecosystems and Ecosystem Services in the Tropical Andes.

Cambios Observados**Cambios Hipotéticos**

Factores Climáticos	Respuestas Ecosistemas	Factores Climáticos	Respuestas Ecosistemas
Lagos y Humedales Andinos			
<p>Aumento de T +++</p> <p>Cambios en balance de agua. ++</p> <p>Aumento en límite más bajo de precipitación sólida +++</p>	<p>Reducción de niveles de lagos y secamiento de pantanos de cojines a través de altiplanos.</p> <p>Aumento de elevación de lagos más altos.</p> <p>Movimientos de poblaciones de ciertas especies y extinciones de especies endémicas.</p>	<p>Aumento de T del orden de 2' 4º +++</p> <p>Aumento de eventos extremos. ++</p> <p>Cambios en balance de agua +++</p>	<p>Alteración en regímenes hidrológicos y carga de sedimentos</p> <p>Aumento al riesgo de eutrofización, disminución de oxígeno y aumento de salinidad en lagos.</p> <p>Reducción de almacenamiento de C en cojines de pantanos.</p> <p>Reducción en diversidad y abundancia de especies, especialmente endémicas.</p>
Superáramos Alto-Andino			
<p>Aumento de T +++</p> <p>Cambios en balance de agua ++</p> <p>Aumento en límite inferior de precipitación sólida +++</p> <p>Aumento insolación.</p>	<p>Migración de especies y colonización por nuevas especies.</p> <p>Quema de vegetación superficial.</p> <p>Cambios en ocurrencia de especies y respuestas.</p> <p>Desplazamiento hacia arriba de actividades agrícolas y pastoreo.</p>	<p>Aumento de T, de 3 a 4ª +++</p> <p>Aumento leve de precipitación, pero variable en el territorio. +</p> <p>Aumento de eventos extremos +</p> <p>Cambios en balance hídrico. +++</p> <p>Aumento en insolación +</p> <p>Aumento en vientos +</p> <p>Cambios en estacionalidad, particularmente el inicio. +</p> <p>Aumento parcial de</p>	<p>Desaparición virtual de glaciares.</p> <p>Reducción en área de hábitat, con consecuencias para la interacción de especies.</p> <p>Reducción en diversidad y abundancia de especies, aumento de amenaza de extinción y desaparición.</p> <p>Fertilización del paisaje con CO₂, efectos sobre agua, suelo y vegetación.</p>

Factores Climáticos	Respuestas Ecosistemas	Factores Climáticos	Respuestas Ecosistemas
		presión de CO2.	
Páramo			
<p>Aumento Temperatura +++</p> <p>Aumento límite inferior de precipitación solida. +++</p> <p>Aumento insolación +</p> <p>Eventos de lluvia más frecuentes e intensos, interrumpidos por largos períodos secos. +</p>	<p>Efectos en los suelos: saturación de agua, lavado de nutrientes, erosión.</p> <p>Aumento de carga de sedimentos en ríos y corrientes.</p> <p>Aumento hacia arriba de especies, plagas y enfermedades de latitudes inferiores.</p>		
Bosques de Niebla			
<p>Cambio en régimen de precipitación, con aumentos o reducciones en áreas diferentes ++</p> <p>Movimiento hacia arriba del cinturón de condensación +</p> <p>Reducción en la cobertura de nubes en los Andes del Norte. +</p> <p>Aumento en insolación +</p> <p>Cambio en la estacionalidad, incluyendo cambios en los 2 picos de lluvias a uno, durante la estación de lluvias en los Andes del Norte. +</p>	<p>Eventos extremos como sequías, vinculados a muerte de árboles.</p> <p>Aumento de erosión y deslizamiento en pendientes.</p> <p>Eventos de inundaciones.</p> <p>Migración altitudinal de agricultura y asentamientos humanos.</p>	<p>Aumento de T ++</p> <p>Cambios en precipitación, con variación en la región +</p> <p>Cambio en la tasa de precipitación horizontal hacia precipitación vertical, con reducción de niebla y nubes. +</p> <p>Desplazamiento altitudinal de cinturón de condensación, por tanto menos bruma.</p> <p>Aumento de insolación. +</p>	<p>Reducción o peligro de especies sensibles al calor y sequía, y especies endémicas.</p> <p>Reducción de la estabilidad de las laderas.</p> <p>Aumento de asentamientos humanos, expansión de agricultura y pastoreo.</p> <p>Aumento de riesgo a incendios.</p>
Bosques andinos secos/estacionales			
<p>Cambio en los regímenes de precipitación, con aumentos o</p>	<p>Migración altitudinal de especies pioneras.</p> <p>Deslizamientos y</p>		<p>Aumento en deslizamientos y erosión de suelos en áreas de aumento en la</p>

Factores Climáticos	Respuestas Ecosistemas	Factores Climáticos	Respuestas Ecosistemas
reducciones en diferentes áreas. +	<p>erosión con aumento de precipitación.</p> <p>Variación en la temperatura del agua en ambientes acuáticos.</p>		<p>precipitación anual.</p> <p>Aumento en tasa de crecimiento de árboles en áreas previamente secas.</p> <p>Reducción o peligro de especies sensibles.</p> <p>Aumento de asentamientos humanos, expansión de agricultura y pastoreo.</p> <p>Aumento de riesgo a fuego.</p>
Valles Interandinos			
<p>Cambios en el régimen de precipitación con aumentos o disminución en diferentes áreas.</p> <p>Cambios en la estacionalidad, especialmente al inicio de las estaciones +</p> <p>Aumento de heterogeneidad de condiciones climáticas entre áreas geográficas. +</p>	<p>Aumento de amenaza por actividades humanas.</p> <p>Reducción de productividad agrícola.</p> <p>Aumento en la incidencia de enfermedades transmitidas por vectores: dengue, malaria.</p>	<p>Aumento de temperaturas entre 3-5° +</p> <p>Aumento moderado en precipitación en valles de baja elevación. +</p>	<p>Cambios en el balance de agua, amplitud del déficit hídrico, afectando la producción agrícola y aumento en dependencia de agua de riego, y expansión de desarrollos de infraestructura.</p> <p>Cambio en el régimen de incendios.</p> <p>Mayor amenaza para la vegetación de crecimiento lento y de larga vida</p>

6. ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO-MARCO CONCEPTUAL

La Adaptación al Cambio se efectúa en el territorio, y en este sentido, es el territorio con sus características sociales, ecológicas, económicas, ambientales y culturales, el que incluye la adaptación como un elemento central de la gestión y el desarrollo. El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, hace énfasis en esta visión territorial, el cual se expresa en los diferentes instrumentos de gestión asociados a las entidades territoriales y sectores, con el fin de armonizar la gestión del cambio climático con los objetivos del desarrollo nacional, tales como la eliminación de la pobreza, la reducción de riesgos en la población y sectores más vulnerables, la promoción de acciones en la población y sectores más vulnerables, y el desarrollo económico entre otros.

De esta forma, en el presente estudio, el análisis de vulnerabilidad estará enmarcado en las unidades político administrativas de la región de estudio, que comprenden al Departamento de Cundinamarca, incluyendo sus 116 municipios y al Distrito Capital con sus 20 localidades. Los Planes de Desarrollo tanto del Departamento de Cundinamarca²⁰ como del Distrito Capital, le dan especial relevancia dentro de sus objetivos, a la adaptación al cambio climático, de forma articulada a la gestión del riesgo y a la reducción de la vulnerabilidad de las poblaciones más pobres. Por su parte, el Plan de Desarrollo del D.C hace especial énfasis en los vínculos entre cambio climático y el ordenamiento alrededor del agua.²¹

La Adaptación Basada en Ecosistemas en el contexto de la Adaptación Territorial

Entrando en materia, la Adaptación basada en Ecosistemas, AbE, ha sido definida por la CBD (2010), como “el uso de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos dentro de una estrategia general de adaptación”. La AbE puede ser costo efectiva y generar co-beneficios sociales, económicos y culturales, y contribuir a la conservación de la biodiversidad. La AbE incluye acciones tales como el manejo sostenible, la conservación y la restauración de los ecosistemas para suministrar servicios y ayudar a la gente a adaptarse a los impactos adversos del cambio climático (CBD, 2009).

De igual manera, la AbE puede ser aplicada a diferentes niveles de planificación, que van de lo nacional a lo local, y en todos los casos es una estrategia apropiada para articular la adaptación en diferentes estrategias de desarrollo, de manera complementaria, más que ser una alternativa a otros enfoques. Esta es clave especialmente cuando existe una alta dependencia de la población frente a los servicios prestados por los ecosistemas, especialmente el agua, como es el caso de la región Bogotá-Cundinamarca.

Es importante mencionar que la AbE ha sido tenida en cuenta como marco conceptual para el estudio de la cuenca del Río Blanco del INAP, (IDEAM, 2011) y gran parte de las lecciones aprendidas han sido consideradas para la formulación de principios y guías para la formulación de proyectos. Por otro lado el eje central de la AbE son los servicios ecosistémicos para beneficio de las comunidades y sociedades

²⁰ Plan de Desarrollo Departamental de Cundinamarca 2012-2016.

²¹ Acuerdo 489 del 2012 mediante el cual se adopta el Plan de Desarrollo Económico, Social y Ambiental, y de Obras Públicas, para Bogotá D.C. 2012-2016.

humanas. No obstante, este enfoque se ha venido desarrollando de forma complementaria con los avances propuestos por la adaptación basada en comunidades. Hoy en día estos dos enfoques abordan de forma complementaria el tema de la adaptación al cambio climático y su aplicación en niveles regionales y locales permite traducir de forma tangible los efectos del impacto del cambio climático en el bienestar de la sociedad. (Andrade, 2011)

I. Principios de la Adaptación Basada en Ecosistemas

En el marco de la vinculación de la AbE con políticas públicas, se han establecido algunos principios a considerar (Andrade, et al, 2011), (UNFCCC, 2013), los cuales son tenidos en cuenta en el presente estudio de vulnerabilidad:

- Promueve la resiliencia de ecosistemas y sociedades.
- Los servicios ecosistémicos se pueden mantener, al conservar la estructura y función de los ecosistemas.
- Reconoce que los ecosistemas son complejos, tienen límites y operan articuladamente.
- Reconoce que los ecosistemas evolucionan y cambian en el tiempo.
- Promueve enfoques multisectoriales.
- Opera a múltiples escalas geográficas
- Integra estructuras de manejo flexible que permiten el manejo adaptativo.
- Minimiza transferencias y maximiza beneficios con objetivos de desarrollo y conservación, para evitar impactos sociales y ambientales no deseados.
- Se basa en la mejor ciencia disponible y conocimiento tradicional, y promueve la generación y difusión de conocimiento.
- Es participativa, transparente, culturalmente apropiada y promueve equidad y temas de género.

Es de resaltar que para la implementación de la AbE, se han propuesto algunas guías metodológicas para la elaboración de proyectos de adaptación (Andrade et al, 2011), GEF (2012), en donde el componente de vulnerabilidad ocupa un rol esencial. Los principales pasos establecidos son los siguientes:

II. Lineamientos para incluir AbE en proyectos:

Las siguientes 6 etapas fueron incluidas para el diseño de proyectos de AbE, por Andrade et al, 2011²², y son tenidos en cuenta en el presente estudio de vulnerabilidad.

²² Andrade, Ángela et al, 2011. Principios y Lineamientos para la Integración del Enfoque basado en Ecosistemas en el Diseño de Proyectos y Políticas de Adaptación. CEM-UICN, CATIE. PB Noviembre 2011.

- Preparación de la estructura del proyecto: Incluye la definición de los equipos de trabajo, la identificación de los ecosistemas, sus límites, y el análisis de las amenazas potenciales climáticas y no climáticas, que contribuyen con la vulnerabilidad.
- Recolección de datos y experticia relevante para: sintetizar información y conocimiento disponible, proveniente de diferentes disciplinas y sectores sobre componentes del sistema socio-ecológico, obtención de proyecciones climáticas y escenarios, obtención de información científica y conocimiento tradicional local sobre la variabilidad climática pasada y actual, así como los impactos, identificación de servicios ecosistémicos clave; mapeo, modelación y evaluación de los servicios ecosistémicos clave, desarrollo de procesos sociales entre componentes e instituciones, evaluación de datos sobre servicios ecosistémicos e impactos, para identificar vacíos de investigación y elementos de monitoreo.
- Dirigir evaluaciones integrales de vulnerabilidad y proyecciones de impactos con criterios flexibles que se ocupen de las relaciones entre los sistemas humanos y ambientales, con el fin de: determinar la exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa de grupos y de ecosistemas vulnerables a factores de estrés múltiples; identificación de vínculos de retroalimentación y ciclos entre ecosistemas y la gente; análisis del marco institucional existente y político; efectuar escenarios participativos para considerar cómo la vulnerabilidad de los grupos comunidades y ecosistemas, puede responder ante diferentes proyecciones de desarrollo y documentar niveles de incertidumbre.
- Poner los proyectos en marcos robustos nacionales y subnacionales para aumentar las probabilidades de éxito a largo plazo: entender marcos nacionales y subnacionales; compartir resultados y garantizar que las actividades de planeación sean reconocidas en las estrategias relevantes.
- Proceder con la planeación integral: considerar el mantenimiento de los servicios ecosistémicos y de la biodiversidad en los planes y compartir resultados con tomadores de decisión.

III. Co-beneficios de la AbE:

La AbE presenta varios co-beneficios, cuando se implementa en contextos regionales o locales. Dentro de ellos se incluyen:

- Co beneficios de bienestar social: seguridad alimentaria, manejo sostenible del agua.
- Conservación de ecosistemas y su biodiversidad.
- Reducción de riesgos por desastres naturales.
- Resultados resilientes climáticamente, en términos de ecosistemas y la capacidad adaptativa de la gente.
- Aproximación integral a la adaptación, incluyendo medidas de infraestructura dura, y transectorial.

IV. Sinergias de la AbE con otras convenciones y procesos globales:

La AbE está contemplada en algunas áreas específicas de trabajo de otras convenciones de Naciones Unidas:

Convenio de Diversidad Biológica:

- Programa de Trabajo de Áreas Protegidas, el cual requiere el desarrollo de planes de acción de áreas protegidas que incluyan la adaptación de las AP y el uso de AP para promover AbE.
- Plan Estratégico de Biodiversidad 2011-2020, el cual resalta la importancia de considerar la restauración de ecosistemas en AbE.
- Estrategias Nacionales de Biodiversidad y Planes de Acción: Apoya AbE.

Convención de Lucha contra la Desertificación:

- Objetivos del Plan Estratégico para promover el mejoramiento de las condiciones de ecosistemas afectados y el bienestar de las poblaciones afectadas.
- El Manejo sostenible de la Tierra es un elemento central para la implementación de los objetivos de la Convención, especialmente lo relacionado con prevención de la degradación y desertificación de la tierra.

Adicionalmente, se han reconocido vínculos y sinergias con Estrategias de Reducción de Desastres y Adaptación basada en Comunidades y Estrategias de Integrales de Conservación hacia el Cambio Climático (UNFCCC, 2013).

Por último, algunas de las limitaciones y vacíos para la implementación de AbE, fueron discutidos en el Congreso Mundial de la Naturaleza, 2012 incluyen:

- Falta de evidencias para demostrar la efectividad y los beneficios sociales, ambientales y políticos. Esto no solamente es válido para AbE sino para otras acciones de adaptación.
- Falta de conocimiento de herramientas, incluyendo estudios de caso y mejores prácticas que demuestren la efectividad de AbE mediante análisis costo- beneficio para adaptación y guías de mejores prácticas.
- Ausencia de indicadores y mecanismos de monitoreo en el largo plazo. .

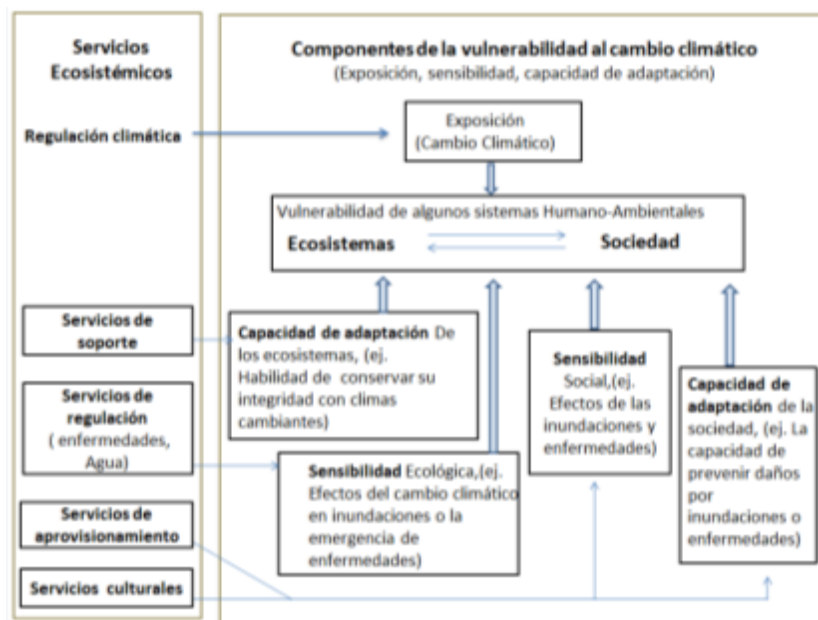
7. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

La AbE se basa en el marco conceptual desarrollado a partir de la adopción del Enfoque Ecosistémico por parte de la CDB (CBD, 2000), el cual incluye dentro de sus principios la necesidad de considerar la estructura y función de los ecosistemas, y la forma como estos benefician a la sociedad, y al manejo adaptativo. Estos principios centrales se desarrollaron por parte de Groot et al, 2002, y de MEA, 2005.

De manera complementaria, Turner 2003 y Locatelli et al, 2008, analizan como el bienestar humano puede ser interpretado en función de la vulnerabilidad al cambio climático. Por ejemplo, la seguridad personal y humana está claramente relacionada con la vulnerabilidad humana a los desastres naturales o provocados por el hombre. El bienestar de las comunidades y la buena salud, también determinan la sensibilidad y la capacidad adaptativa de una población para enfrentar una amenaza relacionada con el clima.

El marco de análisis de vulnerabilidad propuesto por Turner, 2003, permite evaluar

La vulnerabilidad de los sistemas socio-ecológicos. Especial énfasis de su propuesta lo tienen la vulnerabilidad biofísica y humana y la dinámica de los sistemas socio-ecológico como se muestra en el siguiente enfoque conceptual:



Servicios Ecosistémicos y sus vínculos con la vulnerabilidad al cambio climático. Turner, 2003.

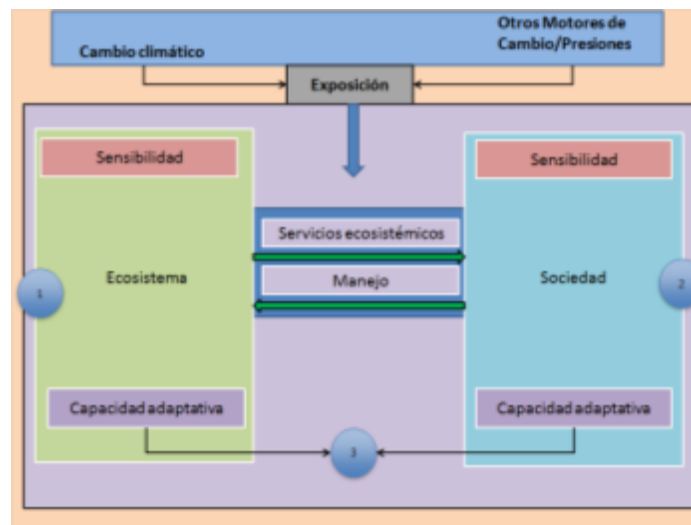
En la anterior gráfica, CIFOR-CATIE y adaptado por Locatelli, 2008, presenta una propuesta de análisis integral de la vulnerabilidad y los servicios ecosistémicos, el cual es una de las bases para entender los vínculos entre el estado de salud de los ecosistemas y la capacidad adaptativa de las personas, dentro de los sistemas socio-ecológicos, marco que se tendrá en cuenta en el desarrollo del presente estudio. Este marco es bastante amplio y se constituye como una guía para orientar la discusión durante su aplicación en casos específicos. Sin embargo resalta de manera fundamental el papel de los servicios ecosistémicos para la sociedad.

De igual manera, es importante mencionar la relación e importancia de los servicios ecosistémicos con los componentes de la vulnerabilidad al cambio climático. Según Turner, 2003, los componentes de la vulnerabilidad al cambio climático son *la exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación*. Dentro de este contexto, algunos o la mayoría de los sistemas humanos y ambientales (la sociedad y los

ecosistemas) son vulnerables frente al cambio climático, y en este sentido los servicios ecosistémicos tienen un rol fundamental en la adaptación. Por ejemplo desde el enfoque ecosistémico, el cambio climático afectará su sensibilidad (*inundaciones, emergencia de enfermedades*) por consiguiente su capacidad adaptativa estará determinada por la habilidad de los ecosistemas para conservar su integridad con los climas cambiantes. Por otro lado y desde el punto de vista social, es la sociedad quien enfrentará la sensibilidad frente al cambio climático (*la sociedad enfrentará los efectos de las inundaciones e enfermedades*) por ello su capacidad adaptativa está determinada por la capacidad que tenga la sociedad de prevenir los daños consecuentes del problema ambiental.

De acuerdo con lo anterior cada uno de los servicios ecosistémicos (*regulación, soporte, aprovisionamiento, servicios culturales*) tiene una relación, dependencia y rol en la vulnerabilidad de los ecosistemas y la sociedad frente al cambio climático en términos de su *exposición, sensibilidad y finalmente de capacidad adaptativa*. En suma y tomando como referencia la adaptación basada en ecosistemas, se señala la relación, importancia y dependencia de los ecosistemas y de la sociedad para al final lograr la capacidad adaptativa sin sobrepasar sus umbrales de resiliencia.

De acuerdo con lo anterior y con el objetivo de continuar con los enfoques metodológicos, se presenta a continuación el modelo lógico y conceptual para el análisis de vulnerabilidad al cambio climático: (Locatelli, 2008), el cual ha servido de base para el desarrollo conceptual del presente estudio.



Modelo lógico y conceptual para el análisis de vulnerabilidad al cambio climático.

Fuente: Locatelli, 2008.

En el gráfico anterior, según los autores, se incluyen tres principios: el primero (No. 1) indica la vulnerabilidad de los servicios ecosistémicos al cambio climático o variabilidad climática y otras amenazas, descrito por criterios tales como exposición a la variabilidad climática o el cambio climático. El segundo (No. 2) se refiere a los sistemas humanos y la vulnerabilidad asociada a la pérdida de

servicios ecosistémicos. Por último, el tercero (No. 3) indica la capacidad adaptativa como un todo, y se refiere a la capacidad de los sistemas humanos a reducir las pérdidas de los servicios ecosistémicos, incluyendo la capacidad de remover prácticas que aumenten la presión sobre los ecosistemas.

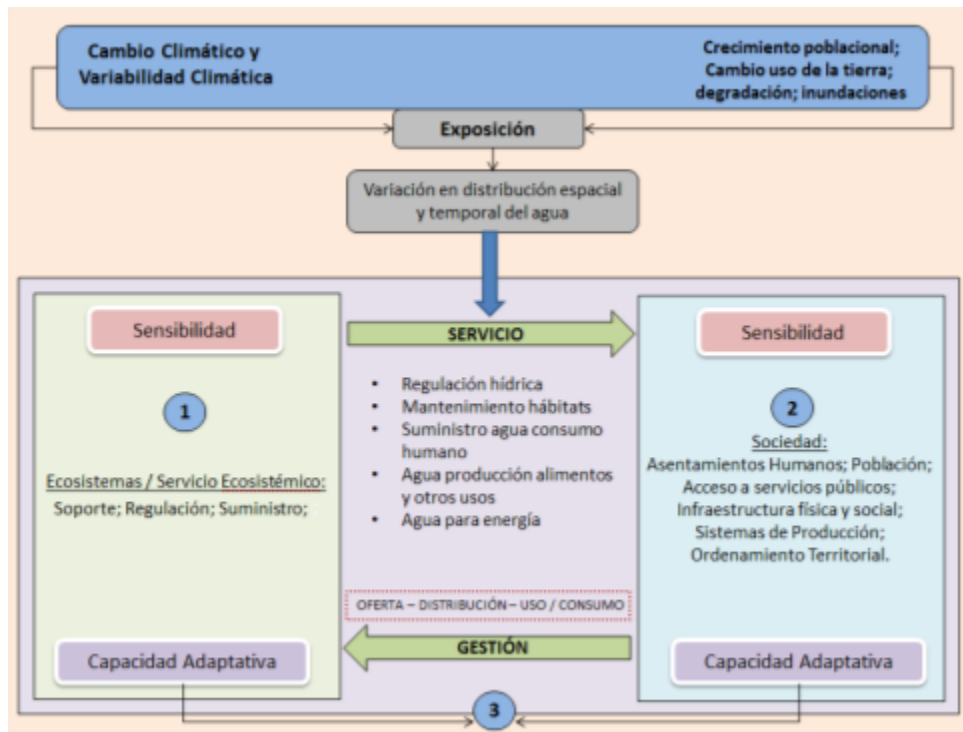
Ahora bien, los principios que señala el marco lógico anterior permiten traer a colación el concepto de gestión de ecosistemas, el cual es entendido como: “un proceso integrado que conserva y mejora la salud de aquellos ecosistemas que sustentan a los servicios ecosistémicos en pro del bienestar humano” (Munang, Thiaw, Alverson, Liu, & Han, 2013).

Tal concepto es relevante para un análisis de vulnerabilidad porque a partir de este, es posible analizar y prever cambios en los servicios ecosistémicos y comprender cómo estos afectan a la sociedad y a su entorno. Los citados autores resaltan que el 60% de todos los servicios ecosistémicos y hasta un 70% de tan sólo el servicio ecosistémico de regulación son afectados por el cambio climático global. (Munang, et al, op.cit).

Lo anterior se traduce en que la degradación de los servicios ecosistémicos genera una serie de complicaciones que vuelven un entorno más vulnerable y por ende propenso al aumento de riesgos en términos de desastres naturales; reducción de la resiliencia que tiene la sociedad frente a los cambios climáticos; pérdida de capacidad en la amortiguación los impactos en los ecosistemas; incremento de los gases efecto invernadero en la atmósfera; invasión de nuevas especies (si existe fragmentación o pérdida del hábitat propio); reducción de la captura de CO₂ entre otros.

De acuerdo con el párrafo anterior, es importante resaltar que a partir del manejo de los servicios ecosistémicos se puede disminuir el nivel del riesgo y la vulnerabilidad latente como consecuencia del cambio climático. Ese esfuerzo se traduce en la protección de ecosistemas como: *humedales, bosques y costas*; que reducen la exposición física a riesgos o peligros naturales puesto que sirven como barreras o amortiguadores naturales de protección (Munang, Thiaw, Alverson, Liu, & Han, 2013).

De igual manera y en pro de hacer un ejercicio riguroso y meticuloso bajo el enfoque de Manejo Ecosistémico, es pertinente incluir en la toma de decisiones a los actores locales puesto que son estos quienes conocen su territorio (reconocimiento de servicios ecosistémicos) y por lo tanto su vulnerabilidad. Es estratégico como Richard Munang et al, 2013, argumentan que si bien es cierto que algunos servicios ecosistémicos se van adaptando y van cambiando su estructura y su función (40% del total global de los ecosistemas), también es cierto que la mayoría de ellos puede llegar a extinguirse y llegar a su colapso en el caso más extremo. En este sentido son los actores locales los beneficiarios directos del territorio, los más sensibles a percibir ese cambio y por ende los más vulnerables frente a los escenarios de cambio climático. De acuerdo con lo anterior, a continuación se muestra el anterior enfoque adaptado al presente ejercicio:



En el gráfico anterior se siguen y se adaptan los principios del gráfico de Locatelli 2008. En el No. 1 se indica la vulnerabilidad de los servicios ecosistémicos al cambio climático, la variabilidad climática y otras amenazas no climáticas como el crecimiento poblacional, la degradación de los suelos, la contaminación, las emisiones, etc. En No. 2 se hace énfasis a los sistemas humanos, la sociedad y la vulnerabilidad asociada a la pérdida de servicios ecosistémicos. Por último, el No. 3 indica la capacidad adaptativa como un todo, y se refiere a la capacidad de los sistemas humanos a reducir las pérdidas de los servicios ecosistémicos, incluyendo la capacidad de remover prácticas que aumenten la presión sobre los ecosistemas y en el caso del agua el manejo dese la oferta, la distribución y el consumo.

7. HERRAMIENTAS Y ENFOQUES PARA EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD DE ECOSISTEMAS DEBIDO A CAMBIO CLIMÁTICO

En el contexto del Plan de Trabajo de Nairobi, (CMNUCC) y como resultado de los talleres sobre Adaptación basada en Ecosistemas - AbE que se han efectuado en el marco de la convención (CMNUCC, 2013), surgen algunas recomendaciones y herramientas propuestas para evaluar la vulnerabilidad de ecosistemas y la efectividad de la AbE, la mayor parte de las cuales se han tenido en cuenta en el análisis de vulnerabilidad del PRICC y se presentan a continuación:

- Evaluación de Riesgo y Herramientas de Planificación: Mapas de escenarios de cambio climático, mapas de riesgo de inundación y deslizamientos; modelación de flujo de agua; mapeo participativo de impactos; comparación de proyecciones de modelos con opinión de expertos.
- Ecosistemas e interacciones de uso de la tierra: Mapas de uso de la tierra y cambios; evaluación del nivel de dependencia de las comunidades sobre los ecosistemas naturales y servicios ecosistémicos

- Bases de datos: Plataformas de conocimiento de estudios de caso, herramientas de evaluación, documentos de mejores prácticas, incluyendo enfoques de manejo.

Una vez presentado el marco sobre el que se fundamenta el análisis, en el siguiente aparte se procede a presentar la propuesta metodológica y los métodos estadísticos para el manejo y el tratamiento de la información.

8. PROPUESTA METODOLÓGICA Y MÉTODOS ESTADÍSTICOS PARA EL MANEJO Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Con base en el esquema propuesto por Locatelli, 2008 y el propuesto por el IPCC, 2012, se han definido los siguientes pasos y requerimientos de información con el fin de entender la vulnerabilidad de la región Bogotá-Cundinamarca, de manera integral, basados en una perspectiva territorial y dando énfasis en los servicios ecosistémicos más relevantes para garantizar el bienestar de la población rural y urbana, y reducir los niveles de vulnerabilidad a riesgos y desastres.

El marco de referencia territorial está dado por el Departamento de Cundinamarca, y sus 116 municipios, así como por el Distrito Capital y sus 20 localidades.

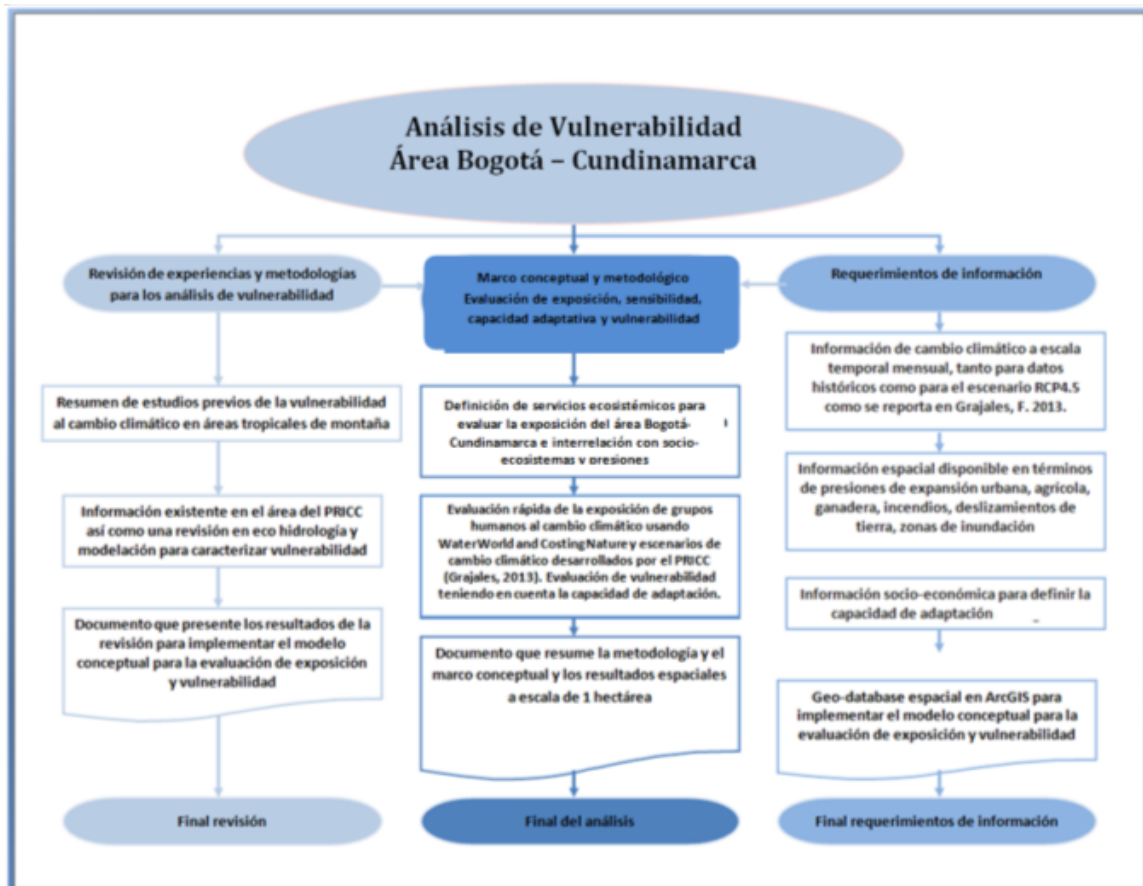
8.1 información secundaria

Se tiene en cuenta los estudios previos de la vulnerabilidad al cambio climático en áreas tropicales de montaña en Colombia y lo existente en el área del PRICC (Bogotá-Cundinamarca: , así como una revisión en eco hidrología y modelación, para sintetizar los conocimientos que existen sobre vulnerabilidad.

8.2 Evaluación de exposición

Teniendo en cuenta la revisión de literatura y el análisis de los datos, se analizan los impactos del cambio climático en los ecosistemas, basados en los servicios eco-hidrológicos, y en particular los relacionados con el suministro de agua, en cantidad, calidad y regulación, que a su vez tienen que ver con la mitigación de amenazas naturales, tales como inundaciones y deslizamientos de tierra.

El gráfico a continuación presenta el marco lógico para evaluar la exposición y vulnerabilidad en la región Bogotá-Cundinamarca:



Por otro lado la tabla a continuación presenta los servicios ecosistémicos sobre los cuales se elabora el estudio de exposición, los ecosistemas que los suministran y las fuentes potenciales de información para su caracterización.

Servicios ecosistémicos para evaluar la exposición del área Bogotá-Cundinamarca y para definir las variables, indicadores e índices agregados para el análisis de vulnerabilidad al cambio climático:

Clase de Servicio	Tipo de Servicio	Variables de Evaluación	Fuentes Prioritarias de Información
Servicios de Regulación	Regulación hídrica	Filtración, retención y almacenamiento de agua, en corrientes, aguas y acuíferos. Mantenimiento de drenaje y riego natural. Amortiguación de descargas extremas. Regulación de flujo de canal.	Tipos cobertura vegetal (IDEAM, 2010). FAO, IDEAM, King's College London, CI HQ, Universidad Nacional Topografía. Escorrentía. Profundidad efectiva del suelo.
	Prevención de inundaciones, deslizamientos, avalanchas	Cobertura vegetal, balance hídrico, escorrentía superficial, pendientes, suelos.	Modelación King's College London, CI HQ, IGAC
	Mantenimiento de hábitat acuáticos	Cuerpos de agua Humedales Zonas de descargas Ecosistemas acuáticos	Estudios de inundación desarrollados por CI HQ, CUNY, CAR, IDEAM
Servicio de Suministro	Suministro de agua para consumo humano	Cantidad de agua Calidad de agua	IDEAM, PRICC, Fuentes de otros proyectos de CI, INAP, y papers sobre la aplicación del modelo FIESTA. Indicadores ENA.

Clase de Servicio	Tipo de Servicio	VARIABLES DE EVALUACIÓN	Fuentes Prioritarias de Información
	Agua para producción de alimentos	Cantidad de agua Calidad de agua	IDEAM, PRICC, Fuentes de otros proyectos de CI, INAP, y publicaciones sobre la aplicación del modelo FIESTA. Indicadores ENA. Estadísticas agropecuarias
	Agua para hidroelectricidad	Caudales Cantidad de sedimentos Cabeza hidráulica	IDEAM, PRICC, Fuentes de otros proyectos de CI, INAP, y papers sobre la aplicación del modelo FIESTA, ACOGEN, UPME

8.2.1. Marco metodológico del análisis de exposición

El análisis de exposición incluye una evaluación integral de la vulnerabilidad y proyecciones, con criterios flexibles que aborden vínculos entre los componentes de los socio-ecosistemas, y dando énfasis a los servicios ecosistémicos prioritarios, enunciados anteriormente. Además, se determinará la exposición y sensibilidad de grupos vulnerables y ecosistemas a la variabilidad climática.

Las principales preguntas de investigación a considerar, son las siguientes:

- ¿Cómo afectará el cambio climático y la variabilidad climática a la región Bogotá-Cundinamarca?
- ¿Cómo afectará el cambio climático los controles eco-hidrológicos clave (como la lluvia, las tasas de escorrentía, el porcentaje de la escorrentía generada por la niebla y la lluvia impulsada por el viento, entre otros) en las áreas objeto de estudio?
- ¿Cómo afectará el cambio climático los sistemas eco-hidrológicos interconectados, con especial atención a las comunidades o núcleos urbanos?

- ¿Cuál es el cambio en el riesgo eco-hidrológico asociado a las inversiones en infraestructura de agua como por ejemplo el sistema de represas?

- ¿Cuáles serán las poblaciones mas afectadas por el cambio climático en la región Bogotá – Cundinamarca, especialmente asociadas al suministro de servicios ecosistémicos relacionados con el suministro de agua ?

La evaluación rápida de la exposición de grupos humanos al cambio climático se desarrolla usando los modelos *FIESTA/WaterWorld* (Mulligan and Burke, 2005b; Mulligan, 2012; Sáenz and Mulligan, 2013; Sáenz et al., 2013) y *Costing Nature* (Mulligan *et al.*, 2011). *FIESTA/WaterWorld* fue diseñado para entender la distribución de servicios eco-hidrológicos, incluyendo el agua, en áreas tropicales de montaña y para la implementación de escenarios de cambio de uso del suelo y cambio climático, así como sus impactos sobre la distribución de dichos servicios. *Costing Nature*, por otro lado, es un modelo geo-estadístico, que permite incorporar la provisión y los beneficios de dichos servicios ecosistémicos para la población buscando determinar las áreas de mayor vulnerabilidad de los servicios eco-sistémicos y de mayor exposición de la población a dichos impactos.

El análisis se implementa usando como referente los escenarios de cambio climático previamente bajados en escala por el PRICC (Grajales, F. 2013) procesados usando un procedimiento de corrección por controles eco-hidrológicos en áreas tropicales usando el modelo *FIESTA/WaterWorld* y sus implicaciones en la distribución del agua y de sus ecosistemas. Se producen estos escenarios llevando a cabo simulaciones para comprender sus posibles impactos, distribuciones estadísticas e incertidumbres asociadas.

Dentro de las variables para realizar los modelamientos con las herramientas anteriormente mencionadas, se elabora un mapa actualizado de cobertura y uso de la tierra entre escalas 1:10.000 a 1:100.000 a partir de sensores remotos con validación de campo. Por otro lado con el fin de establecer escenarios futuros, se realiza un análisis de tendencias de uso que junto con los escenarios seleccionados de cambio climático permiten generar una hipótesis de la dinámica de la región en el futuro en cuanto a cobertura y uso de la tierra.

Puntualmente, la vulnerabilidad se estudia con base en los niveles de infraestructura existente, degradación de servicios ecosistémicos, tendencias y patrones multi-temporales de uso del suelo evaluados estadísticamente, demografía, factores sociales y culturales, que a su vez determinan la capacidad de adaptación de las poblaciones humanas al cambio climático.

8.2.2 Datos de la exposición sobre el cambio climático y climatologías que se utilizan en la elaboración de modelos

Es pertinente mencionar que se parte de la base de que la exposición a los impactos del cambio climático y la variabilidad climática, son procesos dinámicos, cuya variación espacial y temporal en el territorio ha sido una de las principales causas de las pérdidas económicas causadas por eventos extremos como ocurrió con el Fenómeno de La Niña en Colombia en los años 2010 y 2011.

Por otro lado para la evaluación se tienen en cuenta tanto los escenarios de cambio climático existentes a nivel nacional, (IDEAM, 2ª. Comunicación Nacional), como los estudios realizados por el PRICC para la región Bogotá-Cundinamarca, 2013:

a) Se utilizan climatologías promedio al nivel de resolución de acuerdo con la información suministrada por los resultados del PRICC.

b) Se desarrolla una base de datos histórica de la temperatura superficial mensual (se obtiene la temperatura promedio para cada mes de por lo menos 3 décadas (entre 1975 - 2004), en una resolución acorde con la información suministrada por los resultados del PRICC. Se asume que los datos han sido previamente bajados en escala por el PRICC o IDEAM y usando la serie histórica del 1975 a 2004 para la corrección de sesgos. Estos datos son utilizados para alimentar los modelos mencionados anteriormente, los cuales simulan los cambios en la distribución de servicios ecosistémicos hidrológicos (eco-hidrológicos) y sus ciclos temporales para los diferentes futuros bajo estudio. Acorde con (Grajales, F. 2013), el PRICC efectuó un análisis para un futuro de 2041 a 2070, periodo que se preferiría para este análisis para garantizar consistencia.

c) Se realiza la reducción de escala de los modelos, incluyendo controles eco-hidrológicos tales como la exposición a los vientos prevalentes, las ganancias por neblina y la lluvia transportada por el viento y su intercepción por la vegetación para el escenario de emisiones RCP4.5 para producir la lluvia mensual y sus proyecciones al periodo 2041 - 2070, lo que da una representación más realista de la impactos del cambio climático en la región, ya que está en línea con los datos históricos en un marco de tiempo que puede ser más informativo para la toma de decisiones.

Lo anterior aporta información acerca de los eventos extremos hidrológicos en el futuro, lo cual permite evaluar la exposición de las comunidades humanas a sus impactos y de cómo los ecosistemas pueden contribuir a su reducción.

d) En caso de disponer información espacial de escenarios, según su escala espacial (i.e. bajados

en escala de 270m o 1km) y temporal (i.e. mensual), se evalúan aquellos que estén más acordes con la realidad de la regional capital. Esas climatologías son utilizadas en el marco conceptual de modelación descrito anteriormente. Los datos se presentan en formato ascii y se completan en tres meses, para su uso en talleres de evaluación de la vulnerabilidad.

8.2.3 Requerimientos de información

Los datos clave requeridos para el análisis son: Índices de extremos climáticos y los datos diarios usados en su generación, a saber: Temperatura Máxima Diaria (Tx), Temperatura Mínima Diaria (Tn) y Precipitación diaria (prcp), para el período de tiempo que se usó para el cálculo de índices de extremos climáticos en el período 1980 a 2010.

- Información de cambio climático. Se necesitan los 10 modelos de circulación general (MCG) del CMIP5 de escala temporal mensual, tanto para datos históricos como para el escenario RCP4.5 cómo se reporta en Grajales, F. 2013. Las variables son precipitación, temperatura y humedad relativa (si está disponible o presión de vapor en su defecto. Para ser consistente con Grajales, F. 2013 se necesita el periodo de tiempo de 2041 – 2070, con un histórico de 1975 - 2004. Es Útil revisar si se cuenta con datos para otro escenario de emisiones que permita estudiar los extremos de cambio.

- Información diaria de caudales para la red de estaciones de caudal disponibles en el área del PRICC.

- La información espacial disponible en términos de presiones de expansión urbana, agrícola, ganadera, incendios, deslizamientos de tierra, zonas de inundación (incluyendo series históricas y/o información espacial de los mismos). Se consideran los estudios del IDEAM respecto a susceptibilidad a: incendios de la cobertura vegetal, deslizamientos (incluyendo otros tipos de remoción en masa), e inundaciones, a escala 1:500.000

- La información disponible en términos de suelos, incluyendo texturas, y profundidad del manto rocoso. Información de acuíferos si disponible.

- DEM de 30 metros.

8.3 Definición de variables, propuesta de indicadores e índices agregados para el análisis de vulnerabilidad al CC de la región Capital, las cuales se incorporarán a los modelamientos y en la determinación de capas espaciales.

En el anexo 1 se presentan las variables que se utilizan para los análisis de vulnerabilidad, los cuales se modelan en los modelos FIESTA/Water World y Costing Nature. A continuación se hace una descripción de cada modelador.

8.3.1. WaterWorld

WaterWorld es un sistema de soporte a las políticas (PSS por sus siglas en inglés) que utiliza información hidrológica global ajustada para proveer información de procesos hidrológicos de forma muy acertada (Mulligan & Burke, 2005; Sáenz, 2007; Mulligan et al., 2010; Bruijnzeel, Mulligan & Scatena 2011; Sáenz and Mulligan, 2013; Sáenz et al., 2013).

El modelo incluye la implementación del modelo FIESTA (Interceptación de la niebla para el mejoramiento de caudales en áreas tropicales) que evalúa procesos hidrológicos como la interceptación de la niebla, las pérdidas en entradas de lluvia transportada por el viento y la exposición topográfica a los vientos; los cuales son fundamentales para generar procedimientos de *downscaling* más detallados y ajustados a la topografía del área.

Un procedimiento de *downscaling* de alta resolución, integrado con el uso de este sistema, es probablemente una de las metodologías más acertadas para definir áreas claves para la prestación de servicios ecosistémicos asociados al agua y al suelo, con el fin de definir áreas clave mínimas para mantener en cobertura de bosque, o para la implementación de sistemas agroforestales. Así mismo, para mantener las funciones reguladoras de agua, o la implementación de presas o bandas de protección con el fin de prevenir que la sedimentación alcance a la infraestructura clave que suministra agua potable o que genera energía, o para mitigar inundaciones en un área particular.

WaterWorld facilita la producción de dicha información con fundamentos científicos fuertes (Mulligan and Burke, 2005; Mulligan 2012). El PSS ha sido utilizado por los científicos de CI, liderados por Dr. Leonardo Sáenz, para mapear la distribución de servicios de cuencas hidrográficas, incluyendo la provisión de agua en cantidad, calidad y regulación (Sáenz, 2007).

El sistema fue creado por el doctor Mark Mulligan, profesor de geografía en el King's College London, quien actualmente trabaja en asociación con CI para apoyar el desarrollo de aplicaciones enfocadas a los servicios y conservación de cuencas hidrográficas. WaterWorld ha sido diseñado para funcionar por completo a partir de conjuntos de datos derivados de percepción remota (sensores y satélites) y datos globales que permiten su aplicación con rapidez en todo el mundo. Se trata de un modelo basado en el balance hídrico detallado y además provee su distribución espacial.

Está construido para la aplicación rápida y fácil; se ejecuta en un clúster de servidores web (no en el equipo local del usuario) a través de un navegador web en la que el modelo es accesible a cualquier

persona a través de una simple interfaz web. Es un modelo "auto-parametrizado" en el que los desarrolladores proporcionan todos los datos necesarios para la aplicación del modelo en todo el mundo. Si los usuarios tienen acceso a mejores datos que los previstos en el sistema, pueden subir estos datos como archivos de SIG para ser usados por el modelo. Esta operación es la que se está desarrollando en el presente proyecto.

WaterWorld simula una línea de base hidrológica que representa los valores medios mensuales y anuales para el período 1950-2000. Las simulaciones son presentadas con una resolución de 1 hectárea con las dimensiones de un grado de latitud y longitud o una resolución de 1km². Los resultados se proporcionan como archivos visuales y SIG para el análisis, descarga y más.

El hecho de que WaterWorld calcula la evapotranspiración real (AET) de la cubierta vegetal presente significa que donde la vegetación es dependiente de aportes de agua sub-superficiales que no se han contabilizado en el balance hídrico local, el resultado del balance hídrico modelado será negativo (excesos locales de AET durante las lluvias). WaterWorld es un modelo que calcula entradas de lluvia impulsada por el viento además de la niebla, las combina con una evaluación de la evapotranspiración potencial (PET), modificada por el índice de área foliar para calcular AET. La Precipitación corregida de acuerdo a la dirección de viento, más entradas de niebla (nubes intercepción del agua), menos AET resultan en el balance hídrico. Esto puede acumularse aguas abajo mediante una red de dirección de drenaje calculada por el sistema mundial del SRTM 1km (Jarvis et al., 2008) o SRTM 90m (Farr y Kobrick, 2000) a los cuales se adiciona un llenado de datos utilizando el algoritmo D8.

En este proyecto, el modelamiento con FIESTA/WaterWorld se llevó a cabo utilizando datos climáticos locales procesados en el proyecto además de las coberturas derivadas de percepción remota del IDEAM.

8.3.2. Co\$ting Nature

Co\$ting Nature es una herramienta de soporte a políticas basada en ciencia para la mejor comprensión del valor del conjunto agua, carbono y mitigación de amenazas de cualquier área junto con la presión, amenaza y prioridad de conservación. Además, Co\$ting Nature es quizás la mejor herramienta a nivel mundial de modelamiento para ajustar prioridades de conservación.

Co\$ting Nature combina conjuntos de datos derivados de información satelital para estimación de carbono, precipitación, extensiones de terreno y urbanas, con datos de población humana, áreas protegidas e infraestructura tales como carreteras, presas y minas. Estos datos son acoplados con modelos fenomenológicos conectando áreas que proporcionan servicios con las poblaciones que los reciben.

Co\$ting Nature es presentado como una serie de mapas interactivos y es ampliamente utilizado para

el mejor entendimiento del valor de los servicios de los ecosistemas en áreas estratégicas y las implicaciones de la pérdida de éstas.

Con el fin de estudiar la vulnerabilidad del sistema a múltiples factores de degradación, las presiones e índices de amenaza serán espacializados. El índice de presión actual es dado como la combinación de la deforestación histórica, centros urbanos y su expansión, conversión de bosques a cultivos o suelo descubierto e infraestructura, así como la densidad de carreteras y áreas de explotación minera.

Las amenazas son diferentes de las presiones porque, la presión hace referencia a la presión actual mientras que, una amenaza es el potencial de incremento de la presión en un futuro. Las amenazas usados se basaron en el cambio climático por sequía basado en la modelación hidrológica.

Costing nature permite generar indicadores de estrés hídrico anual y mensual pues usa información de población (Landscan, 2010). Además el estrés lo calcula en términos de la calidad de agua disponible para uso humano, agricultura o industria. La calidad de agua se degrada debido a presiones como deforestación o minería y *costing nature* relaciona estas presiones para calcular la huella humana sobre la calidad del agua y por lo tanto el nivel de estrés que se puede generar debido al tener agua de insuficiente calidad.

8.3.3. Combinación entre WaterWorld y Costing Nature

Los dos sistemas corren independientes cuando el usuario usa datos locales en la parametrización de *WaterWorld*. Si el usuario no usa datos locales, entonces *WaterWorld* alimenta directamente a *Costing Nature*. Sin embargo los resultados hidrológicos de *WaterWorld* así como información detallada del uso del suelo y de presiones y amenazas se pueden entrar como capas a *Costing Nature* para determinar prioridades de conservación, suministro de servicios ecosistémicos y de cómo el cambio climático podría afectar el suministro de los mismos.

El uso de *WaterWorld* and *Costing Nature* para el estudio de la vulnerabilidad de comunidades humanas al cambio climático ha sido reportado por Mulligan et al. 2013, en el estudio el impacto climático en 10 de las cuencas hidrográficas más importantes del mundo. En su orden, Limpopo, Niger, Nile, Volta, Karkeheh, Mekong, Yellow, Ganga, Andes and Sao Francisco. Su uso también ha sido reportado por Conservación Internacional (Pereira, et al. 2013), en el estudio de la vulnerabilidad al cambio climática de la costa discovery y el arrecife de Abrolhos en Brazil y en la determinación de acciones EbA.

Su uso se ha reportado también en la modelación de múltiples amenazas sobre la seguridad hídrica en el Amazonas con un enfoque detallado en el Amazonas Peruano (Mulligan, et al. 2013; Van Soesbergen

and Mulligan, 2013). Su uso se ha comparado y resaltado por Bagstad, et al. 2013, como una de las herramientas más útiles para definir prioridades de conservación y de suministro de servicios ecosistémicos en cualquier parte del mundo. Ahora, publicaciones de estas herramientas se han hecho en algunos de los *journals* de hidrología y servicios ecosistémicos más importantes, tales como Hydrological processes (Bruijnzeel, et al. 2010), Hydrology research (Mulligan, 2012), International Journal of Ecosystem Services (Saenz and Mulligan, 2013), International Journal of Hydropower and Dams (Saenz, et al. 2013).

8.4 Exposición a Nivel Socio-Económico

El análisis de la exposición de las interacciones entre los ecosistemas y la sociedad, desde el punto de vista social, es mucho más complejo, ya que requiere de la integración de información demográfica y otras bases de datos que incluyen información relacionada con la capacidad adaptativa, redes sociales, tecnología, entre otros. (UNEP, 2002). Así mismo, la vulnerabilidad de los sistemas sociales y la capacidad adaptativa, puede ser evaluada a diferentes niveles: desde el individuo y la unidad familiar, hasta la comunidad, los asentamientos humanos, el país y sus relaciones con las características económicas, tecnológicas y poblacionales. (Guzmán et al, 2013). Para el presente estudio, se tuvieron en cuenta los niveles de agregación municipales, discriminados por cabecera/resto y las localidades que conforman el Distrito Capital.

Por otro lado se ha evidenciado en los últimos años los efectos que conlleva el cambio climático como problema ambiental global en todos los aspectos sociales y humanos: *economía, política, cultura, desarrollo humano, entorno*. Desde el punto de vista social y económico es fundamental comprender la vulnerabilidad de las anteriores variables con el fin de establecer acciones y medidas para no colapsar la capacidad de los ecosistemas y de los servicios que estos proveen para sostener las futuras generaciones y la continuidad de los sistemas sociales como hoy se conocen.

Desde la anterior perspectiva también se debe mencionar que son los países en desarrollo los que históricamente e industrialmente menos han contribuido al cambio climático; sin embargo y paradójicamente son los que más van a sufrir las repercusiones. Por lo tanto conocer y entender las características socioeconómicas de la población es imperativo para implementar comprender su vulnerabilidad y proponer medidas de adaptación. En este orden de ideas, Schensul y Dodman, 2013, señalan las características que se deben tener en cuenta para diseñar estrategias de adaptación:

- Proyectar el número de la población en el mediano y largo plazo. Lo anterior permite manejar escenarios sobre el tamaño, la ubicación y necesidades futuras de la población e implicaciones en la formulación e implementación de políticas. “La densidad poblacional puede ayudar a determinar cuántas personas están en riesgo y cómo el acceso a los servicios se distribuye dentro de la población. La densidad tiene una dependencia con las interacciones existentes en el entorno, el

estatus socioeconómico, el capital social y la prevalencia de los servicios y las instituciones (Dodman, 2013).

- Variables poblacionales ligadas al desarrollo económico y social: fecundidad, mortalidad, matrimonios, migración, distribución espacial, edad, tamaño y composición del hogar, dinámicas de género, origen étnico, educación, acceso a servicios básicos domiciliarios y a la protección social.
- Dinámicas de la población: migración (por impactos del cambio climático, cambios en la ubicación o algún tipo de riesgo), distribución espacial o urbanización y edad.

Como evidencian las características anteriores, son los gobiernos locales los que mayor poder e incidencia llegan a tener en la toma de decisiones a nivel nacional. Por lo tanto, las políticas urbanas nacionales se deben construir a partir de las locales –un ejercicio probablemente distinto al proceso usual en donde es el Gobierno Nacional es el que incide en lo local-. Es allí donde se resalta la importancia de las políticas locales como respuesta frente al cambio climático, por ejemplo en los procesos de urbanización responsables como tamaño, crecimiento, asentamientos, distribución de la población y ordenamiento territorial.

Cabe mencionar que las respuestas frente al cambio climático no solo pueden limitarse a una exposición-respuesta frente a los riesgos, sino que también deben ahondar en los procesos políticos, sociales y demográficos que contribuyen a una disminución en los niveles de vulnerabilidad. En este orden de ideas, Martine y Schensul, 2013, señalan los ‘Urban hotspots’ o puntos calientes urbanos, de la metodología del Banco Mundial, que se deben tener en cuenta si se quieren identificar los lugares más vulnerables. A manera de síntesis estas características son:

- Presencia de peligros naturales (de nivel moderado a nivel alto);
- Antecedentes de algún tipo de desastre (de nivel medio o alto);
- Existencia de una vulnerabilidad sectorial alta – moderada al cambio climático;
- Inexistencia o falta de idoneidad del plan de desarrollo urbano.
- Evidencias de un bajo cumplimiento de los planes de desarrollo e instrumentos de planificación territorial;
- Baja calidad de los equipamientos(infraestructura);
- Alta densidad poblacional;
- Inexistencia de un sistema integral de respuesta frente a los desastres; y,
- Alta trascendencia política o económica para la región o el país, de la problemática ambiental.

Paralelamente, entender desde lo local la importancia de las características mencionadas y transmitir las de manera oportuna a la comunidad permite formar una ‘resiliencia comunitaria’ que se

caracteriza por tener flexibilidad y capacidad para aprender y auto-organizarse, y cuyo propósito es hacerle frente a los cambios a los cuales está expuesta. Al combinar el conocimiento que poseen las comunidades locales sobre estrategias o medias de adaptación, con datos científicos, por un lado crea una mayor comprensión sobre los impactos del cambio climático desde lo local y por el otro, facilitaría que las comunidades adopten, mejoren, innoven y propongan nuevas formas de adaptación. (CARE, 2009, Citado por Martin y Shensul, 2013).

Sumado a todo lo anterior, también es importante mencionar que entender los valores culturales, que están integrados a las dinámicas socioeconómicas, amplia la posibilidad de analizar factores que permiten medir el nivel de vulnerabilidad. De acuerdo con lo anterior es importante analizar también factores de migración y comprender quién se desplaza, por qué lo hace y por cuánto tiempo.

Para el caso de estudio es importante tener en cuenta que, el incremento de una urbanización desorganizada, como en el caso de Bogotá, más la concentración de una gran población puede llegar a generar un alto impacto en el cambio climático. Lo anterior significa un alto uso y dependencia de los recursos naturales. Lo anterior se sustenta en la proyección para el año 2050: la tasa de urbanización llegará a 84,5%, sin embargo “algunos epicentros regionales y subregionales alcanzarán tasas de urbanización por encima del 95%, particularmente las áreas metropolitanas nacionales que configuran el núcleo del sistema de ciudades en Colombia” (IDEAM, 2001). Bajo ese hipotético escenario resulta pertinente reducir la tasa de urbanización a partir de la creación de centros de desarrollo urbano en áreas rurales que puedan proveer ambientes similarmente atractivos. Martine & Schensul, 2013.

Por último, la definición de indicadores específicos a nivel social, que tengan en cuenta variables sociales y económicas relevantes será determinada en el transcurso de desarrollo del estudio, según el análisis, la disponibilidad de información y la pertinencia de la misma para la evaluación de los servicios ecosistémicos mencionados anteriormente.

8.5 Estudios e información secundaria disponible sobre escenarios de cambio climático relacionados con las variables seleccionadas

Al respecto y de acuerdo con Grajales, F. 2013, existen los siguientes datos que son necesarios para los análisis propuestos:

- Índices de extremos climáticos y los datos diarios usados en su generación, a saber: Temperatura Máxima Diaria (Tx), Temperatura Mínima Diaria (Tn) y Precipitación diaria (prcp), para el período de tiempo que se usó para el cálculo de índices de extremos climáticos en el período 1980 a 2010.
- Información de cambio climático: se requieren los 10 modelos de circulación general (MCG) del CMIP5 de escala temporal mensual, tanto para datos históricos como para el escenario RCP4.5 cómo se reporta en Grajales, F. 2013. Las variables son precipitación, temperatura y humedad relativa (si está disponible o presión de vapor en su defecto. Para ser consistente con Grajales, F. 2013 se necesita el periodo de tiempo de 2041 - 2070, con un histórico de 1975 - 2004. Es útil observar si se cuenta con datos para otro escenario de emisiones que permita estudiar los extremos de cambio.
- Información diaria de caudales para la red de estaciones de caudal disponibles en el área del PRICC.

8.6 Sensibilidad

La sensibilidad, de acuerdo como se argumentó a lo largo del documento, se evalúa en función de las siguientes dimensiones y de conformidad con la información disponible:

- Población – distribución por edad – densidad – grupos sociales – ingresos – medios de vida
- Asentamientos Humanos – ubicación de la población – densidad de la población
- Tipos de viviendas – materiales – tipo de vivienda – valor
- Servicios de salud – tipo – categoría – cantidad
- Servicios de educación – tipo – cobertura – cantidad
- Infraestructura Vial – calidad – acceso
- Servicios públicos – alcantarillado – gasoductos
- Redes eléctricas – tipo de red – ubicación
- Embalses – ubicación – capacidad – uso
- Acueductos Municipales – ubicación – suministro – calidad de agua – demanda
- Sistemas productivos – cobertura y uso de la tierra
- Calidad y Cantidad del recurso Hídrico

Lo anterior permite recopilar y analizar la información disponible con el fin de poder espacializarla y posteriormente proponer los indicadores que determinarán la sensibilidad de la población como elemento fundamental de su vulnerabilidad frente al cambio climático.

8.7 Amenazas

Por otro lado la evaluación de las amenazas de la población como otro de los elementos a entender frente a su vulnerabilidad, tiene en cuenta aspectos asociados de manera directa con el cambio climático, así como otros motores de cambio como los siguientes:

- Áreas de inundación y su recurrencia
- Procesos Geomorfológicos activos – erosión – deslizamientos – remoción de masa
- Procesos de degradación de tierras – desertificación
- Incendios – tipos de vegetación – ocurrencia de eventos

8.8 Tendencias de Cambio: Modelos de Cambio Climático

En cuanto a las tendencias de cambio se toman en cuenta las siguientes variables:

- Los modelos de Cambio Climático y los respectivos escenarios regionales
- Modelos Ecohidrológicos y disponibilidad de agua
- Cambios en la cobertura y uso de la tierra
- Presencia de biodiversidad sensible y ecosistemas.

8.9 Tendencias de cambio a nivel socio-económico

Por último se tienen en cuenta los siguientes aspectos y variables para identificar y analizar las tendencias de cambio a nivel socio económico (según la disponibilidad de información). No obstante, se menciona que estos elementos no se analizan de forma aislada respecto a las otras variables, puesto que la *sensibilidad, amenazas y factores de cambio* también incluyen elementos políticos y socio económicos que se tendrán en cuenta.

- Población y cambio poblacional: Se tienen en cuenta variaciones por cabecera, migraciones en los municipios y las actividades características productivas y económicas generales de la población (medios de vida – ingresos). Las fuentes de datos son el DANE, la Gobernación de Cundinamarca y la Alcaldía de Bogotá. Lo anterior permite comprender de qué manera la población puede ser más vulnerable frente al cambio climático y poder proyectar, desde esta perspectiva, algunas medidas de adaptación.
- Estructura institucional y tendencias de desarrollo: Se identifica la institucionalidad regional y sus políticas públicas relacionadas (énfasis en lo ambiental y riesgo) y se analizan los planes departamentales, los planes municipales y plan distrital de desarrollo para comprender, entre otros, si los instrumentos de planificación han tenido en cuenta o no, variables, elementos e indicadores, entre otros, frente al cambio climático. Lo anterior también podrá determinar e identificar la capacidad de respuesta de las instituciones y su capacidad de gobernanza frente a la temática.
- Planes de Ordenamiento y Manejo Ambiental de Cuencas: Se recopilan y revisan los POMCAS de jurisdicciones de la CAR, CORPOGUAVIO, CORPOCHIVOR, CORPORINOQUIA para poder analizar si estos incluyen medidas de adaptación o elementos fundamentales de su vulnerabilidad. También se

tendrán en cuenta los planes de Uso de la Tierra, los Planes de Ordenamiento Territorial de municipios (CARs, Gobernación, Municipios) y los estudios de Armonización de POT de Cundinamarca.

- Planes de Gestión Ambiental: También se tienen en cuenta la estructura ecológica regional y los planes de las Corporaciones Autónomas Regionales presentes en la región, tales como la CAR, CORPOGUAVIO, CORPOCHIVOR, CORPORINOQUIA y se analizan los elementos que puedan estar relacionados con el cambio climático y especialmente con su adaptación.

- Presencia de bloques de hidrocarburos y de minería: Se tienen en cuenta los planes de expansión, según ministerios de minas y energía, de la Unidad de Planeación Minero-energética, Agencia Nacional de Hidrocarburos para abordar cómo estas fuentes de desarrollo económico afectan y se ven vulnerables por el cambio climático.

- Plan de Gestión de Riesgo: Por último el plan de gestión de riesgo es importante tenerlo en cuenta para revisar los elementos que allí se mencionan frente al cambio climático e identificar posibles respuesta frente a su gestión. Para ello se tiene en cuenta información de la secretaría de gestión de riesgo de Cundinamarca y de los municipios que correspondan y tengan la información disponible.

8.10 Capacidad de Adaptación al Cambio Climático:

La “Capacidad Adaptativa” se define como la “capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático, incluidas la variabilidad climática y los fenómenos extremos, con el fin de moderar los daños potenciales, de beneficiarse de las oportunidades o de afrontar las consecuencias (IPCC, 2007). Esta se determina con base a las condiciones de los involucrados para afrontar los daños potenciales, afectaciones o pérdidas, junto con las oportunidades que se deriven del cambio o variabilidad climática. (IDEAM, 2011). Por ejemplo, en el caso de la 2ª Comunicación Nacional, se tuvo en cuenta el análisis de las condiciones y capacidades técnicas, junto con los aspectos socio-económicos actuales que pueden actuar como barreras u oportunidades:

- Así mismo la “Vulnerabilidad Actual” muestra que el departamento de Cundinamarca se encuentra entre vulnerabilidad alta y media, para los períodos comprendidos entre 2011-2070.

- Por otro lado, la “Vulnerabilidad Conjunta o Compuesta” relaciona las pérdidas económicas, la población expuesta y/o afectada, así como los bienes y servicios ambientales. Este análisis le da al Departamento de Cundinamarca un nivel entre, muy alto para las zonas de alta montaña, medio y bajo

para el resto del territorio. Este ejercicio le da prioridad a los territorios en donde hay una mayor cantidad de población.

· Por otra parte, la caracterización del desarrollo territorial departamental demuestra que la mayor contribución del PIB nacional se concentra en Bogotá, el 22% y el Departamento de Cundinamarca un 5% del total nacional. De esta forma, el territorio Bogotá-Cundinamarca concentra aproximadamente el 27% del PIB nacional.

Se tienen en cuenta y analizan, dada la pertinencia, los indicadores que se presentan a continuación. Los indicadores propuestos, calculan la vulnerabilidad a partir de la relación entre cada variable analizada y la exposición a inundaciones, remoción en masa y degradación de suelos. En la tabla 1 se presenta la ficha técnica elaborada para la identificación de las exposiciones y en las tablas 2 a 10 el desarrollo metodológico de los indicadores para los análisis de vulnerabilidad.

Exposición a inundaciones y susceptibilidad a remoción en masa, degradación a suelos e incendios	
<p>Definición Técnica/Resumen Metodológico</p>	<p>Las amenazas por externalidades climáticas son fundamentales para la comprensión de la adaptación del cambio climático. Un ejemplo del tipo de amenazas por inundación se evidenció en la ola invernal del año 2011, lo cual también sumó deslizamientos, remoción en masa y avenidas torrenciales. Lo anterior resulta importante teniendo en cuenta que el IDEAM, pronunciándose a través de la Segunda Comunicación Nacional, reportó que los desastres más frecuentes están asociados a las dinámicas hídricas. Por otro lado, en el caso de los incendios y las sequías, estas tienden a presentarse durante el ‘Fenómeno del Niño’ principalmente. No obstante, muchas veces las sequías también se pueden presentar por otras presiones externas al cambio climático, es decir, cuando existe un cambio en el uso de la tierra (minería, deforestación, ampliación de la frontera agrícola, proceso de degradación de tierra, desertificación).</p> <p>Este indicador se desarrolla con el propósito de analizar cómo las amenazas por eventos como <i>inundaciones, remoción en masa, degradación de suelos e incendios</i> afectan a los municipios del Departamento de Cundinamarca, a las localidades de la Ciudad de Bogotá y de manera respectiva a sus poblaciones. Lo anterior para poder comprender la afectación de estas amenazas e identificar posibles medidas de adaptación o de disminución del riesgo sobre estos factores.</p> <p>Los factores a considerar y las etapas de su desarrollo son los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Identificar por cada municipio y localidad las zonas expuestas a inundaciones, así como sus áreas inundables con el propósito de conocer el número y la proporción de la población que está expuesta y vulnerable por este tipo de amenazas. 2) Áreas susceptibles a degradación de suelos.

Consideraciones Conceptuales	<p>3) Áreas susceptibles a remoción en masa e incendios.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinar las áreas con una mayor exposición a este tipo de amenazas y que representen un mayor riesgo para la población.
Fuente de Datos	IDEAM, 2010.
Análisis	<p>Este indicador presenta la información cartográfica relacionada principalmente con <i>inundaciones, sequías e incendios</i> para cada municipio y localidad. El análisis se hará de manera desagregada y cada variable se analiza por separado. Seguidamente, cada dato y resultado se traslapa con variables relacionadas con la población, con sus medios productivos y con sus aspectos hidrológicos. Lo anterior permite conocer la exposición, de las áreas geográficas y de la población, frente a las amenazas por este tipo de eventos. Al final del ejercicio se obtendrá una serie de mapas producto de las exposiciones aquí identificadas con diversas variables socioeconómicas que permitirán conocer la vulnerabilidad y permitirá priorizar áreas geográficas, identificar la población más vulnerable, y a su vez identificar o priorizar posibles medidas de adaptación.</p>
Línea base	Consolidación de la información disponible estructurada en una geodatabase elaborada para facilitar los análisis de vulnerabilidad (ver producto 4 del presente contrato)

Tabla 1 Ficha metodológica para la identificación de las exposiciones

1. Vulnerabilidad según condiciones demográficas	
Definición Técnica/Resumen Metodológico	<p>Los efectos y consecuencias del cambio climático afectan principalmente a los seres humanos y los ecosistemas. Por ello y con el fin de comprender la vulnerabilidad de la población, se requiere conocer <i>sus condiciones demográficas generales</i>. Lo anterior permite visualizar de manera diferencial cuál será la población con mayor grado de exposición frente a posibles eventos relacionados con el cambio climático global.</p> <p>Este análisis permite identificar y priorizar medidas de adaptación sobre la población, aumentar su capacidad de respuesta, de gestión, de toma de decisiones y de planificación territorial. Así mismo permite conocer cómo las condiciones demográficas tienen un impacto positivo o negativo diferencial frente a la vulnerabilidad de la población.</p> <p>El análisis se desarrolla para los Municipios del Departamento de Cundinamarca – comprendidos como cabecera (urbano) y resto (rural) – y para las Localidades de la ciudad de Bogotá.</p> <p>De conformidad con lo anterior, los factores a considerar junto con las etapas de su desarrollo son las siguientes:</p>

<p>Consideraciones Conceptuales</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Identificar el número, la proporción, el total de la densidad de la población y las tasas de crecimiento o proyecciones de la población hasta el año 2050. 2) Identificar las áreas con mayor densidad de población y por ende las más vulnerables por cantidad de personas. así mismo se diferencia la densidad de la población en las áreas rural y urbana para Cundinamarca y para las localidades en Bogotá. 3) Identificar el número, la proporción y la densidad total de la población por edad y de manera comparativa por municipio y por localidad. Determinar cuál es la población más vulnerable diferenciada por edad y sexo. 4) Identificar madres cabeza de familia por municipio y localidad en Bogotá. <ul style="list-style-type: none"> - Se considera con mayor grado de exposición, los municipios y localidades con mayor densidad poblacional, donde adicionalmente exista una proporción importante de madres cabeza de familia, menores de edad y personas de la tercera edad, altamente sensibles.
<p>Fuente de Datos</p>	<p>Censos provenientes del DANE para los años 1985 a 2005 y proyecciones del DANE desde 2006 a 2020., utilizando la metodología del DANE, proyección de población para el año 2050.</p> <p>Los rangos de clasificación para los análisis se basan en los lineamientos dados por el MADS para la elaboración de POMCAS y para el entorno urbano se redistribuyeron a partir de los datos encontrados mediante cuantiles y clasificación mediante umbrales naturales (<i>Jenks natural breaks</i>).</p> <p>La información referente a susceptibilidad a inundaciones, remoción en masa, degradación de suelos e incendios, es tomada de IDEAM, 2010.</p>
<p>Análisis</p>	<p>Este indicador presenta la información cartográfica por cada municipio y localidad, relacionada con las condiciones demográficas de la población. El análisis se hace de manera independiente y cada variable se analiza por separado. El resultado demográfico se cruza con variables relacionadas con amenazas por eventos como inundaciones, remoción en masa y degradación de suelos. Lo anterior permite conocer la exposición de la población ante estos extremos, de manera diferenciada. Al final del ejercicio se obtiene una matriz categorizada y un mapa que indique las condiciones demográficas de la población por cada territorio. Como resultado final del análisis se debe poder determinar cuál es la población más vulnerable según condiciones demográficas para identificar posteriormente posibles medidas de adaptación.</p>
<p>Línea base</p>	<p>Consolidación de la información disponible por el DANE para los años 1985 a 2020, estructurada en una geodatabase para facilitar los análisis de</p>

Tabla 2. Ficha metodológicas para el cálculo del indicador de vulnerabilidad según condiciones demográficas

2. Vulnerabilidad por condiciones socio económicas	
Definición Técnica/Resumen Metodológico	<p>Uno de los aspectos fundamentales de la adaptación al cambio climático es conocer cómo este afecta los sistemas económicos y sociales. Por consiguiente las intervenciones de adaptación deben buscar que las sociedades sean más resilientes al cambio climático y menos susceptibles, con el fin de disminuir su vulnerabilidad económica, social y a su vez se aumente su capacidad de adaptación. El presente indicador busca determinar cómo se ven afectados e impactados los sistemas económicos principales y algunos factores esenciales sociales, tales como fuentes de ingresos, (con énfasis en los sistemas productivos agrícolas) de los Municipios que conforman el Departamento de Cundinamarca y las Localidades de la ciudad de Bogotá. Lo anterior permitirá comprender cuáles son los factores socio-económicos principales que afectan a la población.</p> <p>Los factores a considerar y las etapas de su desarrollo son las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Indicar los PIB per cápita municipal, por localidad y ubicar la población con mayores y menores ingresos. Así mismo identificar la estructura productiva principal municipal (por ejemplo turismo, servicios, industria, agricultura, etc.) 2) Determinar el porcentaje de la población que vive por debajo de la línea de pobreza, según índice de pobreza multidimensional, en cada municipio y localidad. Lo anterior debido a la presunción de que las poblaciones con menores ingresos tienen una menor capacidad de respuesta, de adaptación y por tanto pueden ser más sensibles a los efectos del cambio climático. 3) Identificación de la estructura productiva principal. <ul style="list-style-type: none"> - Identificar los municipios y localidades con menores ingresos. - Priorizar el análisis teniendo en cuenta las exposiciones a inundaciones y la sensibilidad a degradación de suelo, remoción en masa e incendios forestales.
Consideraciones Conceptuales	<p>Información relacionada con PIB y estructura productiva reportada en el documento de Estadísticas de Cundinamarca, 2010 producido por la Secretaría de Planeación de la Gobernación de Cundinamarca.</p>
Fuente de Datos	<p>Índice de pobreza multidimensional reportada en la encuesta multipropósito para Bogotá, por el DANE – SDP, 2011 y para Cundinamarca DANE, 2007.</p> <p>La información referente a exposición por inundaciones, remoción en masa,</p>

	degradación de suelos e incendios, es tomada de IDEAM, 2010.
Análisis	Este indicador presenta la información cartográfica por cada municipio y localidad, relacionada con las condiciones socio-económicas de la población. El análisis se hace de manera independiente y cada variable se analiza por separado. Cada dato y resultado se cruza con amenazas por eventos como inundaciones, remoción en masa, degradación e incendios.
Línea base	Lo anterior permite conocer cómo se podría ver afectada la población de manera diferenciada, según sus condiciones sociales y económicas. Al final del ejercicio se obtiene un mapa que indica los municipios más vulnerable. Consolidación de la información disponible por el DANE – SDP y Gobernación de Cundinamarca estructurada en una geodatabase para facilitar los análisis de vulnerabilidad (ver producto 4 del presente contrato).

Tabla 3. Ficha metodológicas para el cálculo del indicador de vulnerabilidad según condiciones socioeconómicas

3. Vulnerabilidad a sistemas de producción agrícola	
Definición Técnica/Resumen Metodológico	<p>Los sistemas agrícolas están expuestos a las amenazas directas del clima, desde el punto de vista biofísico y ecosistémico. Además de ello, son muy sensibles al cambio climático, y por otro lado representan también una fuente importante de generación de emisión de gases efecto invernadero, por efectos relacionados con la transformación del suelo, su degradación, y en algunos casos de conflicto por uso del mismo. Adicionalmente, son altamente dependientes de los servicios hidrológicos de los ecosistemas(uno de los elementos principales del presente estudio). Por otro lado, es importante tener en cuenta que gran parte de la población en los municipios del Departamento de Cundinamarca, obtienen sus ingresos y sustento a partir de los sistemas productivos agrícolas, los cuales son importantes no sólo desde el punto de vista social y económico, sino también desde la producción de alimentos para la población.</p> <p>Este indicador busca conocer qué tan sensibles son estos sistemas productivos para poder comprender su vulnerabilidad a efectos relacionados con los cambios climáticos.</p> <p>Los factores a considerar y las etapas de su desarrollo son las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Identificar y localizar los tipos de coberturas y usos principales asociados 2) Identificar tierras agrícolas con cambios en la disponibilidad hídrica.
Consideraciones Conceptuales	<ul style="list-style-type: none"> - Consideración del tamaño de los predios (Disponible solo para el área de la CAR), bajo el supuesto de que predios de menos de 10 ha en el

	<p>área rural pueden ser altamente vulnerables por condiciones socioeconómicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tipos de productos agrícolas más sensibles a los efectos de la variabilidad y el cambio climático. - Determinar la importancia para la región de los cultivos agrícolas seleccionados.
Fuente de Datos	<p>Estadísticas de Cundinamarca, 2010 producido por la Secretaría de Planeación de la Gobernación de Cundinamarca.</p> <p>Estadísticas agropecuarias para Cundinamarca, 2011. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Gobernación de Cundinamarca.</p> <p>Mapas de cobertura desarrollados en el marco del presente estudio</p> <p>Modelos de cambios por disponibilidad hídrica realizados en el presente estudio</p> <p>Para este indicador no existen datos relativos a las localidades de Bogotá. Se asume que no hay actividades agrícolas.</p> <p>La información referente a susceptibilidad a inundaciones, remoción en masa, degradación de suelos e incendios, es tomada de IDEAM, 2010.</p>
Análisis	<p>El resultado final de este indicador es un mapa que muestra la ubicación y tipos de coberturas de la tierra y productos agrícolas predominantes en la Región. Por un lado estos resultados se sobreponen con los resultados de los modelos de cambios por disponibilidad hídrica para poder determinar o comprender cómo estos se ven afectados por condiciones hidrológicas.</p>
Línea base	<p>Consolidación de la información disponible en el anuario geoestadístico y estadísticas agropecuarias estructurada en una geodatabase elaborada para facilitar los análisis de vulnerabilidad (ver producto 4 del presente contrato)</p>

Tabla 4. Ficha metodológicas para el cálculo del indicador de vulnerabilidad según la producción agrícola

4. Vulnerabilidad de asentamientos humanos	
Definición Técnica/Resumen Metodológico	<p>Como se mencionó en el indicador anterior, los efectos y consecuencias del cambio climático se dan principalmente sobre la población y sobre los ecosistemas. Los asentamientos humanos corresponden a los lugares donde se establece la población. De acuerdo con lo anterior es necesario localizar e identificar los diferentes asentamientos humanos de los municipios de Cundinamarca y las localidades de la ciudad de Bogotá, para determinar sus niveles de exposición a los efectos del cambio climático.</p> <p>Para el desarrollo del presente indicador se debe identificar y localizar los principales asentamientos humanos con el fin de conocer su localización</p>

Consideraciones Conceptuales	<p>espacial y la distribución de la población en el área de estudio, y las futuras áreas de expansión urbana según los POT.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Priorizar los asentamientos humanos que se encuentren en riesgo por eventos de inundación, remoción en masa y degradación de suelos. - Análisis del impacto sobre áreas previstas para expansión urbana con estadísticas relacionadas con inundación y proyecciones a futuro sobre la red de drenajes, y las distancias a núcleos urbanos para dar idea de noción de cambio en la vulnerabilidad frente a estos factores.
Fuente de Datos	<p>Cartografía base generada por IGAC para el departamento de Cundinamarca y Bogotá, disponible a escala 1:25.000. Los asentamientos fueron agrupados mediante una agregación a 250 m.</p> <p>Las áreas de expansión urbana se obtuvieron a partir del consolidado de los POT (Mariño y PROSIS, 2004).</p> <p>La información referente a susceptibilidad a inundaciones, remoción en masa, degradación de suelos e incendios, es tomada de IDEAM, 2010.</p>
Análisis	<p>Una vez identificados los asentamientos humanos principales se obtendrá como resultado final la cartografía que muestra la localización y ubicación de los asentamientos. Estos resultados se analizan teniendo en cuenta los instrumentos de ordenamiento, de planificación territorial, las áreas totales construidas, la expansión urbana y aspectos hidrológicos y de amenazas por eventos como inundaciones, remoción en masa y degradación de suelos. El análisis de todo lo anterior determinará como producto la vulnerabilidad de los asentamientos con el objeto de priorizar e identificar medidas de adaptación.</p>
Línea base	<p>Consolidación de la información IGAC, estructurada en una geodatabase elaborada para facilitar los análisis de vulnerabilidad (ver producto 4 del presente contrato)</p>

Tabla 5. Ficha metodológicas para el cálculo del indicador de vulnerabilidad según el tipo y distribución de asentamientos humanos.

5. Vulnerabilidad de viviendas y accesos a servicios públicos	
Definición Técnica/Resumen Metodológico	<p>Tomando como referencia el “índice de seguridad de la propiedad (STI por sus siglas en inglés)” del qué habla la meta del milenio No. 7 relacionada con la sostenibilidad ambiental (Martine & Schensul, 2013), no es suficiente sólo con conocer la vulnerabilidad de una población frente al cambio climático, sin antes identificar de fondo la manera como esta vive, la calidad de sus viviendas, los materiales de construcción y el acceso a servicios públicos que tiene esta población. A partir del escenario anterior, este indicador permite conocer qué tan vulnerables son las poblaciones de los Municipios del Departamento de Cundinamarca y las Localidades de la ciudad de Bogotá, teniendo en cuenta sus</p>

<p>Consideraciones Conceptuales</p>	<p>condiciones de vivienda y de acceso a servicios públicos.</p> <p>Para ello los factores a considerar y las etapas para su desarrollo son las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Indicar la distribución espacial de las viviendas según el material de construcción de las paredes. Lo anterior permite conocer la calificación de cada vivienda para analizar su resistencia y exposición. 2) Identificar para cada municipio el acceso a servicio de agua potable y alcantarillado, recolección de basuras. 3) Identificar para cada municipio acceso a servicio de energía eléctrica. 4) Determinar si se encuentra exposición a inundaciones, remoción en masa e incendios. <ul style="list-style-type: none"> - Priorizar las viviendas con materiales menos resistentes - Priorizar las viviendas con menor acceso a servicios públicos - Priorizar las viviendas con riesgo a inundación, deslizamientos, incendios.
<p>Fuente de Datos</p>	<p>Información disponible en Estadísticas de Cundinamarca, 2010 producido por la Secretaría de Planeación de la Gobernación de Cundinamarca.</p> <p>La información referente a susceptibilidad a inundaciones, remoción en masa, degradación de suelos e incendios, es tomada de IDEAM, 2010.</p>
<p>Análisis</p>	<p>El resultado final de este indicador es un mapa que relaciona las condiciones de vivienda de la población y su acceso a servicios públicos. Analizar las anteriores condiciones permite identificar y priorizar acciones o medidas de adaptación con el fin de facilitar la toma de decisiones, la formulación de políticas en este sentido o la reorientación de algunos de instrumentos de planificación territorial. De conformidad con lo anterior, unas condiciones de vivienda adecuadas y con acceso suficiente y permanente de servicios públicos, puede aumentar la capacidad de resiliencia y la capacidad de adaptación de la población. Así mismo este producto se sobrepone con las amenazas por eventos como inundaciones, deslizamientos e incendios para poder así determinar la exposición y vulnerabilidad de las viviendas frente a estos eventos.</p>
<p>Línea base</p>	<p>Consolidación de la información relacionada con tipo de vivienda y acceso a servicios, estructurada en una geodatabase elaborada para facilitar los análisis de vulnerabilidad (ver producto 4 del presente contrato)</p>

Tabla 6. Ficha metodológicas para el cálculo del indicador de vulnerabilidad según tipo de vivienda y acceso a servicios públicos.

6. Vulnerabilidad de la infraestructura y proyectos de explotación de suelo y subsuelo	
<p>Definición Técnica/Resumen Metodológico</p>	<p>La infraestructura tiene un papel fundamental en la adaptación frente al cambio climático, no sólo porque esta se ve afectada ante fenómenos naturales extremos, sino porque de esta depende el funcionamiento y la sostenibilidad de los sistemas económicos sobre los cuales se sustentan los medios productivos y de vida de una población. Así mismo es importante entender la infraestructura bajo un significado amplio, teniendo en cuenta que contar con una infraestructura de protección rentable o un sistema de alertas tempranas confiable, significa poder agrupar un mayor número de personas, en densidades más altas y en lugares más seguros, con el fin de reducir la exposición a las amenazas del cambio climático. Otro ejemplo sería la construcción de infraestructura de protección contra diversos fenómenos meteorológicos extremos o para la producción de energías renovables. Lo anterior, generaría impactos colaterales positivos en los medios de vida locales y por ende, en el desplazamiento de las personas.</p> <p>El análisis de las variables que a continuación se exponen, permite localizar la infraestructura municipal, departamental (Cundinamarca), del Distrito Capital, para conocer cómo la población tiene el acceso sobre la misma y para conocer su nivel de riesgo y de vulnerabilidad. Se busca identificar o medir la predisposición que tiene la infraestructura que se está evaluando frente a efectos del cambio climático y cómo esta puede contribuir con medidas de adaptación.</p> <p>Los factores a considerar y las etapas de su desarrollo son las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Identificar la infraestructura vial departamental y de la ciudad de Bogotá y su grado de exposición a inundaciones y eventos de remoción en masa 2) Identificar y ubicar centros de salud. 3) Identificar y ubicar centros educativos. 4) Identificar y ubicar la infraestructura eléctrica de alta tensión. 5) Identificar y ubicar bloques de hidrocarburos y de minería. 6) Identificar y ubicar represas altamente vulnerables por cambios ecohidrológicos.
<p>Consideraciones Conceptuales</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Infraestructura localizada en áreas de amenaza a inundación o remoción es masa presenta mayor exposición.. - El tipo de infraestructura en áreas de mayos exposición a eventos de cambio climático, determina en gran medida la vulnerabilidad.

Fuente de Datos	Cartografía base IGAC, hidrocarburos tomado ANH, 2013, Solicitudes y títulos mineros, Ministerio de Minas y Energía, 2010. Herramienta Tremarctos Colombia, 2013.
Análisis	Este indicador presenta la información cartográfica relacionada con la infraestructura y sus proyecciones para la región Bogotá – Cundinamarca. El análisis se efectúa de manera desagregada y cada variable se analiza por separado. Cada dato y resultado se sobrepone con variables relacionadas con la población, con sus aspectos hidrológicos y se cruza con los resultados de las variables de amenazas. Lo anterior permite conocer la exposición de la infraestructura y de la población para al final obtener un mapa que indique las amenazas por nivel de vulnerabilidad del territorio y de su población. Lo anterior permite priorizar áreas e identificar posibles medidas de adaptación que aumenten la capacidad de respuesta de la infraestructura.
Línea base	Consolidación de la información disponible, relacionada con tipo de infraestructura, estructurada en una geodatabase elaborada para facilitar los análisis de vulnerabilidad (ver producto 4 del presente contrato)

Tabla 7. Ficha metodológicas para el cálculo del indicador de vulnerabilidad según tipo la infraestructura existente.

7. Vulnerabilidad asociada a servicios hidrológicos	
Definición Técnica/Resumen Metodológico	El aumento de la demanda de agua, junto con el cambio climático futuro incierto y potencial cambios en la frecuencia e intensidad de las inundaciones y las sequías significa que muchas áreas alrededor del mundo podrían enfrentar una disminución de la seguridad del agua en el futuro (Postel y Wolf, 2001; Gleick y Palaniappan, 2010), con un 80% de la población mundial estima a ser afectados por el alto nivel de riesgo para la seguridad del agua (Vörösmarty, 2010; Bakker, 2012). Países de ingresos bajos es probable que sean más afectados (Hope et al., 2012), pero también tienen la menor capacidad de mitigar estos riesgos, ya que a veces carecen de la capacidad y los recursos para invertir en la infraestructura de gestión de los recursos hídricos y de las instituciones. En el contexto de este trabajo, definimos la seguridad del agua como la capacidad de una población para garantizar el acceso sostenido al agua en términos de agua cantidad, regulación y calidad (Mulligan, 2013a). Por tanto, con relación al cambio climático, el análisis se centra en la escasez de agua que se podría generar y se define como la relación entre el uso del agua (demanda), la disponibilidad (suministro) y la calidad de la misma. Esta última se define como el número de personas a las cuales se les degradaría el suministro de agua por acciones antrópicas o por los impactos del cambio climático sobre los sistema hídricos (definido aquí como agua con un índice de la huella humana de > 50%).

<p>Título</p>	<p>El indicador pretende finalmente identificar áreas en las cuales los ecosistemas naturales son claves para reducir la vulnerabilidad a los impactos del cambio climático y a otras presiones de cambio asociadas.</p> <p>Los factores y sub-indicadores a considerar y las etapas de su desarrollo son las siguientes:</p> <p>Sub indicador 1: Cantidad de agua disponible</p> <p>Cantidad de agua normalmente se relaciona con la cantidad total de agua transmitida por una cuenca dada por unidad de área y en un cierto período de tiempo. La cantidad de agua puede ser expresado en diferentes métricas. Proponemos aquí "producción de agua superficial " (SWY) (mm año - 1) como una alternativa a los servicios de expresar la cantidad de agua producida por unidad de superficie en un punto determinado y en una escala temporal de un año. El indicador se puede expresar como:</p> $SWY \text{ (mm year-1)} = \frac{\sum_{np}^{i=1} SWYP}{Np}$ <p>Dónde:</p> <p>SWY es el rendimiento promedio del agua superficial de la cuenca en estudio.</p> <p>SWYP es la producción de agua superficial por píxel o unidad espacial de cálculo (ei km2) .</p> <p>Np es el número de píxeles o unidades espaciales de análisis de la cuenca en estudio.</p> <p>Esta medida generalmente se puede implementar en la configuración de datos ricos y pobres, y se puede utilizar para obtener el indicador de estrés hídrico en relación con los datos de población (el componente de estrés inducido por cambio climático).</p>
<p>Definición Técnica/Resumen Metodológico</p>	<p>Título</p> <p>Sub indicador 2: Regulación del agua</p> <p>Otro componente de la seguridad hídrica que se puede ver afectado el cambio climático es la regulación del agua. Esta se refiere al mantenimiento de los flujos de la estación seca o se debe a efectos amortiguadores en la cuenca, naturales o artificiales (reducción de flashiness flujo) con potencial para reducir las inundaciones (Van Noordwijk 2005 ; Porrás et al 2008). Para este análisis, la regulación puede ser expresada en términos del mantenimiento de disponibilidad hídrica superficial o flujos base en los ríos, en términos de la capacidad de almacenamiento / efectos amortiguadores de los sistemas naturales o de los regímenes de la disponibilidad estacional de agua y su cambio.</p> <p>Proponemos aquí " Índice de estacionalidad " (SI) (%) como la relación entre la disponibilidad de agua en la estación seca , en comparación con el SWY anual. Este es un indicador de la disponibilidad de agua en los meses más secos del año como un proxy para la regulación de agua dulce que necesita ser</p>
<p>Definición Técnica/Resumen Metodológico</p>	

	<p>mantenido a través de medidas de adaptación, bajo una situación de cambio climático. Cualquier cambio en el índice implicaría cambios en las funciones de regulación de la cuenca (también en infraestructura física o natural), que pueden afectar o mejorar el suministro de agua dulce para los seres humanos y el medio ambiente. El indicador se puede expresar como:</p> $SI (\%) = \frac{\sum_{Np}^{i=1} \frac{SWYdm}{Np}}{SWY}$ <p>SI es el índice de estacionalidad (%).</p> <p>SWYdm es el rendimiento promedio del agua superficial en los meses secos por píxel o unidad espacial de cálculo (ei km2) para la cuenca en estudio.</p> <p>Np es el número de píxeles o unidades espaciales de análisis de la cuenca en estudio.</p> <p>SWY es el rendimiento promedio del agua superficial de la cuenca en estudio.</p> <p>Esta medida generalmente se pueden implementar en la configuración de datos ricos y pobres, y se puede utilizar para obtener indicadores de estrés hídrico estacional, en relación con los datos de población (el componente de estrés estacional inducido por cambio climático).</p>
<p>Título</p>	<p>Sub indicador 3: Calidad del agua</p> <p>Otro componente de la seguridad hídrica que se puede ver afectado el cambio climático, así como la cantidad y la regulación, es la calidad. La calidad del agua es fundamental para la seguridad hídrica y el bienestar humano, ya que determina la cantidad disponible para un fin particular (como el riego, uso doméstico, etc). Agua de baja calidad puede ser inservible para algunos fines y traer consigo riesgos de inseguridad de la salud , por ejemplo. Degradación de calidad del agua implica mayor costo para su tratamiento.</p> <p>La calidad del agua en general se refiere al mantenimiento de los estándares para usos humanos, como el agua potable, el uso doméstico e industrial, entre otros. Tales estándares no se alcanzan o se degradan normalmente por el aumento de producción de sedimentos o vertidos contaminantes que llegan las corrientes de agua.</p> <p>Estos a su vez se asocian a menudo al cambio de uso del suelo, tales como la conversión de los bosques a la agricultura y la pasturización o la construcción de caminos con la mayor susceptibilidad posterior a la erosión y los deslizamientos (Chomitz y Kumari, 1996; Bruinjeel 2000 ; Van Noordwijk 2005 ; Pagiola 2002 ; WCD 2000) .</p> <p>Se propone aquí un "índice bruto de la calidad del agua" (WQ) (%) como la medida en que el agua se ve afectada por las actividades humanas .</p> <p>El indicador se puede expresar como :</p>
<p>Definición Técnica/Resumen Metodológico</p>	

	$WQ (\%) = \frac{SWY_i}{SWY}$ <p>WQ es un índice bruto de la calidad del agua. SWY es el rendimiento promedio del agua superficial de la cuenca en estudio. SWY_i es la producción de agua de superficie impactada por las actividades humanas.</p>
Título	Sub indicador 4: Estrés hídrico
Tipo de indicador	<p>Indicadores de bienestar hídrico para las poblaciones humanas : Conexión con servicios hídricos efectivamente usados por comunidades humanas y que podrían verse impactados por el cambio climático y otro factores de acción antrópica</p> <p>Con el fin de evaluar los impactos del cambio climático sobre la disponibilidad hídrica para bienestar humano el proyecto usará el Índice de Estrés de agua (WSI) de la siguiente manera:</p>
Definición Técnica/Resumen Metodológico	$WSI = SWY / Wd$ <p>Dónde:</p> <p>WSI es un índice de estrés hídrico (%).</p> <p>SWY es el rendimiento promedio del agua superficial de la cuenca en estudio.</p> <p>Wd es la demanda de agua dado que la población multiplicada por un usuario definido por la demanda doméstica e industrial per cápita. La oferta y la demanda se calculan para cada mes. La demanda agrícola se incorpora en el SWY y se puede dividir para el cálculo de métricas de seguridad de alimentos.</p>
Título	Sub indicador 5: Estrés hídrico debido a reducciones de calidad hídrica
Tipo de indicador	<p>Indicadores de bienestar hídrico para las poblaciones humano : Conexión con servicios hídricos efectivamente usados por comunidades humanas y que podrían verse impactados por el cambio climático y otro factores de acción entrópica</p> <p>También podemos utilizar un indicador de estrés hídrico cuando el deterioro del suministro de agua no es el que plantea problemas de cantidad de agua, sino por la cantidad de agua impactada por actividades humanas y el cambio climático, en términos de calidad.</p> <p>Se propone aquí un " Índice de estrés hídrico debido al deterioro de la calidad del agua " (WQ) (%) en la medida en que el agua que se ve afectada por las actividades humanas .</p> <p>El indicador se puede expresar como:</p> $WSI_q (\%) = (SWY - WQ) / Wd$ <p>Dónde:</p>

<p>Título</p> <p>Tipo de indicador</p> <p>Definición Técnica/Resumen Metodológico</p>	<p>WSIq es un índice de estrés hídrico debido a la caída en la calidad del agua (%).</p> <p>SWY es el rendimiento promedio del agua superficial de la cuenca en estudio.</p> <p>WQ es el índice de la calidad del agua bruta.</p> <p>Wd es la demanda de agua dado que la población multiplicada por una definida por el usuario per cápita nacional o regional.</p> <p>Sub indicador 6: Riesgo de inundaciones</p> <p>Indicadores de bienestar hídrico para las poblaciones humano : Conexión con servicios hídricos efectivamente usados por comunidades humanas y que podrían verse impactados por el cambio climático y otro factores de acción entrópica</p> <p>El indicador determina las poblaciones bajo riesgo de inundación y vulnerables, biofísicamente, a inundaciones derivadas como resultado de la acción del cambio climático en la zona.</p>
<p>Sub indicador 7: Indicador de ecosistemas de agua dulce clave para suministro hídrico que podrían ser vulnerables al cambio climático</p> <p>Consideraciones Conceptuales</p>	<p>Ecosistemas y los servicios que estos ofrecen, para enfrentar y recuperarse de los efectos de los daños asociados con la variabilidad y el cambio climático o la manera como se degradan, deben tener en cuenta en el proyecto.</p> <p>Para ello se define un indicador que describe la extensión total de las áreas de ecosistemas clave para los servicios de agua dulce tal como se define en el indicador 1 de cantidad de agua.</p> <p>Este proceso se calcula como sigue:</p> $CNC_f = \alpha WSI + \beta WSIq$ <p>Cuando CNCF es el indicador de ecosistema crítico para suministro de agua es el resultado de la media ponderada entre los índices de estrés hídrico (WSI) por cantidad de agua y un índice de estrés hídrico de la calidad del agua (WSIq). Con α y β los pesos asignados por el investigador basados en la opinión de expertos o derivados empíricamente. Este indicador tiene una unidad de 1 a 100.</p> <p>Los métodos y fundamentos para el cálculo de un indicador de seguridad hídrica. Con el fin de crear el indicador, es necesario:</p> <p>Definir los problemas de seguridad hídrica en las áreas de interés y en términos de ecosistemas importantes en el suministro de agua de alta calidad.</p> <p>Determinar los servicios principales de agua dulce en la zona, los ecosistemas que proporcionan esos servicios, las prestaciones de servicios relacionados con dichos servicios y los beneficiarios.</p>

Fuente de Datos	<p>Determinar la información disponible de buena calidad para realizar el estudio.</p> <p>Determinar soluciones científicas para captar la oferta de servicios de los ecosistemas a los beneficiarios a través de prestaciones de servicios claramente definidos (por ejemplo, agua para el uso doméstico del agua, agua potable, agua para agricultura, entre otros).</p> <p>Implementar un marco espacialmente explícito para explorar los niveles naturales de los servicios de agua dulce, en calidad, cantidad y regulación, de acuerdo con los indicadores de agua dulce descritas anteriormente.</p> <p>Modelado. El marco debe utilizar modelos basados en procesos, lo que permitiría una identificación no dependiente de los datos de las sinergias entre los ecosistemas que proporcionan servicios y beneficiarios de servicios. Los buenos modelos basados en procesos basados en la buena explicación de los procesos biofísicos pueden conducir a las conclusiones correctas, incluso en contextos de datos pobres Mulligan (2013).</p> <p>El seguimiento de los indicadores en el tiempo. Con una escala temporal de no menos de un año para observar los cambios significativos debido a la disyuntiva entre la resolución temporal de la recogida de datos (es decir, teledetección tipos de cobertura del suelo, etc) y su resolución espacial (es decir, la pérdida de bosques en un año. Esto depende de la escala espacial de análisis.</p> <p>Los datos mínimos requeridos para este análisis incluye climática, la cubierta vegetal y los datos topográficos. Los datos de población también son necesarios para calcular los indicadores de vulnerabilidad hídrica de comunidades humanas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Datos climáticos incluyen datos de precipitación y temperatura media. Fuentes incluyen, IDEAM, CAR, PRICC. - Fuentes de cobertura de suelo que pueden ser mapas de hábitats como los derivados por CI en la geo-database de este proyecto. Otras fuentes pueden incluir MODIS VCF (Hansen, et al . 2006). - Los datos topográficos incluye DEM (modelos digitales de elevación) de HydroSHEDS (GRDC, 2007), así como cuencas conjuntos de datos, como los GRDC cuencas o HydroSHEDS mayores. - Datos Landsat para información de población.
Análisis	<p>Desagregación.</p> <p>Los sub-indicadores se calculan por separado y luego se colapsan en un indicador de vulnerabilidad de la seguridad hídrica.</p>
Línea base	<p>El indicador y los sub-indicadores se calculan para una línea base eco-hidrológica usando la información histórica suministrada por el IDEAM y el proyecto PRICC, así como la mejor información de cobertura actual disponible</p>

Cambio climático año 2041-2070	<p>buscando entender el nivel de los indicadores en un nivel de clima actual.</p> <p>El indicador y los sub-indicadores se calculan para el escenario de cambio climático procesado con infamación IDEAM, de WorldClim y Conservación Internacional para explorar los cambios en los indicadores para generar una noción de vulnerabilidad.</p>
--------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 8. Ficha metodológicas para el cálculo del indicador de vulnerabilidad según servicios hidrológicos.

8. Indicador: Vulnerabilidad por cambios de hábitat y pérdida potencial de biodiversidad	
Definición Técnica/Resumen Metodológico	<p>Un aspecto relevante en la adaptación al cambio climático es aumentar la capacidad que tienen los ecosistemas y los servicios que estos ofrecen, para enfrentar y recuperarse de los efectos de los daños asociados con la variabilidad y el cambio climático. Las intervenciones de adaptación deben buscar que los ecosistemas sean menos susceptibles a estos posibles impactos, y promover acciones de “no arrepentimiento” para asegurar la integridad de los ecosistemas.</p> <p>El indicador pretende identificar áreas en las cuales la biodiversidad puede ser más sensible a los impactos del cambio climático y otros motores de cambio asociados.</p> <p>Los factores a considerar y las etapas de su desarrollo son las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Obtención, depuración y consolidación de registros e información ecológica sobre biodiversidad sensible. 2. Análisis de la distribución espacial de las especies sensibles seleccionadas en escenario climático presente. 3. Identificación de áreas con alta vulnerabilidad actual debido a presiones por cambio de uso para la biodiversidad sensible. 4. Análisis de la distribución espacial de las especies sensibles seleccionadas en escenario climático futuro. 5. Identificación de áreas con alta vulnerabilidad por pérdida de biodiversidad en escenario futuro (variaciones significativas en el áreas de distribución potencial, baja representatividad en áreas protegidas). 6. Generación de matrices de categorización de especies por los eventuales niveles de vulnerabilidad predichos. 7. Identificación de ecosistemas más vulnerables y cambios posibles. 8. Análisis de las áreas protegidas en función de los cambios previstos en los ecosistemas.
Consideraciones	Análisis de vulnerabilidad a partir del desarrollo de modelos de

distribución de especies y ecosistemas

Dos aproximaciones principales han sido desarrolladas para evaluar el impacto potencial del cambio climático sobre la biodiversidad a nivel de especies; el desarrollo de modelos de distribución de especies (MDE) bajo diferentes escenarios de cambio y el diseño y desarrollo de Índices de Vulnerabilidad (Rowland et al. 2011). Se hará uso de los MDE como herramienta para identificar las áreas con mayor vulnerabilidad potencial por pérdida de biodiversidad dentro de la extensión de estudio.

Los MDE son espacialmente explícitos y permiten identificar las áreas y porcentajes de cambio en la distribución potencial de una especie como producto del cambio climático. Si bien esta herramienta de investigación científica cuenta hoy en día con más de 15 años de desarrollo, en la literatura técnica de amplia difusión, no se ofrecen explicaciones básicas sobre los dos conceptos que la delimitan, dándose muchos de ellos por entendido, por esa razón presentamos una explicación básica de los conceptos de Modelamiento de distribución de especies y de nicho ecológico.

Modelamiento de distribución de especies: Basado en el concepto propuesto por Benito (2007), un modelo es una construcción numérica que define en el espacio ecológico las relaciones que existen entre la presencia de una especie y los valores de variables ambientales que influyen en su distribución geográfica. El resultado de dichas relaciones, se expresa como un mapa digital que representa la idoneidad del hábitat o la probabilidad de presencia de la(s) especie(s) en una extensión geográfica determinada.

Según esta definición, hay cinco elementos importantes en cualquier modelo de distribución de especies: los registros de presencia de la(s) especie(s) modeladas, las variables ambientales definidas y almacenadas como mapas digitales, un algoritmo que analiza la relación entre ambas, un modelo definido en el espacio ecológico, y la representación geográfica del resultado en forma de mapa.

Es importante señalar, que a pesar de que el concepto general de modelo ofrecido anteriormente se muestra sencillo, dentro de un ejercicio normal de modelamiento existen etapas obligatorias que presentan gran criticidad y complejidad, y de las cuales depende en gran medida la certidumbre, ajuste y confiabilidad biológica presentado por los modelos desarrollados. Un ejemplo de esto se relaciona con la recopilación, depuración y preparación de registros de especies y variables ambientales utilizadas, ya que los mismos pueden provenir de un gran número de fuentes con diferentes grados de confiabilidad, y por lo tanto se hacen necesarias etapas previas de sistematización y análisis de información para garantizar su confiabilidad. En estos procesos normalmente se hace uso de diferentes paquetes informáticos y de sistemas

que permiten su desarrollo eficientemente.

Nicho Ecológico de especies: Diferentes autores coinciden en que una de las principales debilidades teóricas identificadas en las investigaciones que hoy en día basan sus interpretaciones en el uso del modelamiento de nichos ecológicos de especies, consiste justamente en el escaso conocimiento que se tiene en el concepto de nicho (Soberón, 2007, Kearney, 2006), por lo que muchos de estos ejercicios terminan concluyendo apreciaciones que se alejan del significado biológico de los especies objeto de sus investigaciones.

Al igual que muchos otros conceptos propuestos en ecología, el de nicho ecológico ha sido objeto de una amplia dinámica y evolución desde que autores como Darwin o Humbolth, comenzaran a introducirlo en sus descripciones. Hutchinson (1957, 1978) recopila las características expresadas en las definiciones propuestas por Grinnell (1917) y Elton (1927) para redefinir el concepto más aceptado en la actualidad sobre nicho ecológico, y sobre el cual se basan los ejercicios de modelamiento. Este propone que “el nicho ecológico es un hipervolumen en un espacio ecológico multidimensional, determinado por los requerimientos de la especie para reproducirse y sobrevivir”. Según esta definición, cada dimensión del nicho representa una variable ambiental importante para la supervivencia de las especies. Las variables que dan forma al nicho ecológico de la(s) especie(s) pueden ser bióticas o abióticas, y pueden representarse mediante valores numéricos (como la temperatura), u otros tipos de valores (como la textura del suelo).

Finalmente es importante tener en cuenta que la aplicabilidad del concepto de nicho en el desarrollo de ejercicios de modelamiento, depende en buena parte de su adecuada interpretación, ya que factores tales como extensión geográfica de las especies modeladas o especificidad de variables ambientales seleccionadas, pueden influenciar el análisis de los resultados obtenidos.

Respecto a los ecosistemas se utilizará como referencia el mapa de ecosistemas (Etter et al, 2008) y se analizará con base al estrés hídrico. Esto permitirá establecer tendencias de cambio en ecosistemas de alta montaña, páramo y zonas secas, principalmente.

Adicionalmente se evaluará el estatus de conservación de los ecosistemas, actuales y posibles, teniendo en cuenta las áreas protegidas existentes actualmente.

Fuente de Datos

Este indicador se basa en información espacial que identifica las áreas y porcentajes de variación en la distribución geográfica de la biodiversidad sensible, en la extensión de estudio bajo dos escenarios de tiempo. Los parámetros y características de la información de línea base que conducen a su generación se describen a continuación:

Información Biológica

Revisión de información: Se consultan diferentes fuentes de información que incluyen registros de especímenes de museos, publicaciones, bases de datos en línea, de donde se obtienen registros para la extensión definida para el desarrollo de los análisis. Para su estandarización y análisis estos registros se encuentran bajo las especificaciones técnicas del sistema de información *Ara* Colombia

Integridad taxonómica: La taxonomía de todos los registros son actualizadas a las autoridades vigentes (Frost 2012, Remsen et al. 2012, Craig Ventur Insitute 2012, Solari et al *en press*). En esta medida es necesario actualizar las sinonimias y revisar la integridad de las bases de datos en cuanto a la escritura de los nombres científicos.

Especies sensibles: Para elaborar el listado de especies sensibles presentes en la extensión de estudio, se revisa y actualiza para cada una de las especies las categorías de amenaza a nivel global (IUCN 2012) y nacional (MAVDT 2010), y su rango de distribución en cuanto a identificar las especies endémicas (Stiles 1997, Salaman et. al 2009) o migratorias (MAVDT y WWF Colombia 2009, Moreno 2009, Salaman et. al 2009).

Dentro de la información recopilada se consignan registros sobre importantes objetos de conservación, los cuales se definen para el presente proyecto como las especies focales o de importancia cultural representativas de la biodiversidad que pueden ser monitoreadas, y que permiten a través de la evaluación de sus cambios, diseñar y direccionar los esfuerzos que para la conservación y preservación se implementen sobre un área determinada.

Finalmente es importante señalar que una adecuada selección de especies incluirá además de un número de registros representativo dentro de la extensión de estudio, la identificación de aspectos ecológicos que haga de las mismas indicadores útiles, de posibles alteraciones en una comunidad biológica completa por los efectos estudiados.

Revisión localidades y georeferenciación: La revisión y depuración de las localidades se hace con base en el estándar para la Georeferenciación de registros biológicos y gaceteros digitales del Instituto Humboldt (Sua et al 2005). Según lo indicado primero se depuraran y estandarizan los nombres de las localidades desde el valor jerárquico más puntual al más general. Para ello se ubican los descriptores geográficos para cada localidad con la ayuda de la

división político administrativa (DIVPOLA, DANE 2012), la cartografía base oficial (Geoportal, IGAC 2012) y la división veredal con el fin de complementar la información faltante en cuanto a municipios, centros poblados y topónimos físicos y/o culturales. Para la georeferenciación, se ubican las coordenadas para cada localidad con el uso de varias herramientas utilizadas simultáneamente como Geoportal IGAC, Google Earth y DIVIPOLA.

Variables ambientales:

Para estimar la vulnerabilidad por pérdida de biodiversidad, los modelamientos considerarán la vinculación de las siguientes variables ambientales:

- Cobertura de la tierra actual. En esta variable se incluirán aquellas coberturas determinantes de hábitats acuáticos y serán un indicador de las afectaciones probables sobre los ecosistemas.
- Ecosistemas
- Áreas protegidas
- Temperatura media (actual y proyectada)
- Precipitación media
- Escenarios futuros de cambio climático (Tabor, K. and Williams, J. W., 2010).

Proceso de modelamiento

Etapas 1: Preparación de bases de taxonómicas(registros biológicos)

El proceso de preparación de las bases de datos biológicas consiste en la aplicación de una serie de filtros para descartar los registros que no cumplan las condiciones necesarias para ser incluidos en los ejercicios de modelamiento del nicho ecológico. Los filtros aplicados son:

- Eliminación de registros que no coincidan espacialmente con el área efectiva de estudio.
- Eliminación de registros con coordenadas iguales para una misma especie.
- Eliminación de registros con coordenadas ubicadas en un mismo pixel para una misma especie (conforme a la resolución espacial de las variables de modelamiento).

Etapas 2: Análisis Exploratorio de las bases de datos

Una vez consolidadas las bases de datos sobre biodiversidad, se desarrollarán análisis geo-estadísticos con las presencias efectivas de las especies, para determinar los tipos de agrupamiento espacial que presentan los datos de cada

taxa evaluado. Este análisis se hace con el propósito de reducir el sesgo de sobre predicción o ajuste que arrojen los modelos probabilísticos, causados por la dispersión espacial de los registros de ocurrencia de las especies. Para corregir este error por los tipos de ocurrencia, durante la fase de modelamiento se complementan los algoritmos de modelamiento con reglas de ejecución que determinan matrices de distancias (cercanas o alejadas de las ocurrencias según sea el caso), que permiten que los estimadores no se sobrepredigan para un región determinada.

Etapas 3: Modelamiento del Nicho Ecológico

El objetivo de utilizar los modelos del nicho ecológico para el desarrollo del presente indicador, es el de generar los rangos de distribución de las especies sensibles que permitan entender sus patrones de distribución en dos escenarios de tiempo, especialmente en aquellas áreas donde las condiciones ambientales son propicias para su subsistencia pero donde no existen registros en las bases de datos actuales (Elith et al 2010). Los procedimientos seguidos para la modelación incluyen la selección de algoritmos de modelamiento adecuados, el diseño y desarrollo de procedimientos de cómputo y el desarrollo de las pruebas estadísticas necesarias para evidenciar el ajuste y precisión de los resultados. Una fase final de este ejercicio se relaciona con la organización y espacialización de la información generada a través de sistemas de información geográfico.

Etapas 4: Análisis descriptivo cambios - identificación de vulnerabilidad

En esta etapa, se elaborarán los cálculos descriptivos que muestran la pérdida, ganancia o desplazamiento potencial del área de distribución de las especies sensibles modeladas dentro de la extensión de estudio son desarrollados. Esta información es espacialmente explícita y permite además a través de análisis de complementariedad, identificar las zonas de mayor criticidad que en conjunto presenta la biodiversidad. En esta etapa a su vez se generan matrices descriptivas de categorización, en las cuales a partir de la implementación de métricas sencillas (ganancia, estabilidad, pérdida o desplazamiento de la distribución potencial) (Thomas *et al.* 2011), se identificaran las especies con mayores riesgos ante los potenciales efectos del cambio climático.

Línea base

Las variables referidas para los análisis de vulnerabilidad por pérdida de biodiversidad provendrán de datos obtenidos del presente estudio o de información oficial existente. Los Registros de especies georeferenciados, se consolidarán de la herramienta ARA Colombia, la cual alberga la base de datos más completa y depurada existente en el país. La cobertura actual corresponde a la información oficial para Colombia, generada por el IDEAM a escala 1:100.000 y categorizada mediante la metodología Corine Land Cover. La

cobertura proyectada fue elaborada en el marco del presente estudio a partir de la cobertura actual, las proyecciones de crecimiento de centros poblados, estimaciones de cambios altitudinales de ecosistemas por efectos de CC y los lineamientos de suelos de protección, rurales, urbanos y de expansión establecidos en los EOTs de los municipios.

Los datos de variables climáticas y de cambio climático se generaron en el presente proyecto a partir de los indicadores elaborados para el cálculo de seguridad hídrica.

Tabla 9. Ficha metodológicas para el cálculo del indicador de vulnerabilidad por cambios de hábitat y pérdida potencial de biodiversidad

9. Vulnerabilidad desde los instrumentos de planificación territorial	
Definición Técnica/Resumen Metodológico	<p>El ordenamiento territorial es uno de los factores principales que determina la vulnerabilidad de las personas frente al cambio climático porque a partir de estos procesos, se definen las directrices que deben seguir los municipios y las localidades en cuanto a usos de suelo, limitantes y en general que actividades económicas (agricultura, minería, eco-turismo, construcción, etc.) son posibles y cuales definitivamente no. En otras palabras ordena los procesos de uso y ocupación de los recursos naturales y artificiales. Lo instrumentos de planificación territorial existentes en Colombia son:</p> <ul style="list-style-type: none">• Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCAS).• Planes de Ordenamiento Territorial, esquemas de ordenamiento territorial y los planes básicos de ordenamiento territorial; lo cuales dependen del número de habitantes del municipio y de su extensión territorial. Es importante resaltar que estos son instrumentos técnicos, de gestión y normativos de largo plazo. Por otro lado y dependiendo de cada instrumento se desprenden otros instrumentos de planificación como los siguientes:<ul style="list-style-type: none">- Planes de gestión ambiental de las CARs.- Planes de Desarrollo que deben articularse a los Planes de Ordenamiento Territorial. <p>Se identifican y analizan los instrumentos de planificación más significativos y disponibles para el Departamento de Cundinamarca y la Ciudad de Bogotá.</p>

Consideraciones Conceptuales	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar si los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial incluyen elementos que se relacionen con la adaptación al cambio climático. - Identificar la priorización y el ordenamiento principal que sugieren estos instrumentos, incluyendo tendencias de cambio o transformaciones significativas que aumenten o disminuyan la vulnerabilidad de la población de sus asentamientos, ecosistemas y medios productivos.
Fuente de Datos	CARs, PRICC, Alcaldías municipales, Gobernación de Cundinamarca
Análisis	<p>Para efectos del presente indicador y de acuerdo con la disponibilidad de información, se analizarán los instrumentos de planificación territorial principales del Departamento de Cundinamarca y la Ciudad de Bogotá en su conjunto. Se hace especial énfasis en los planes enfocados con el riesgo pues son estos los que presentan mayor información relacionada con la vulnerabilidad y la adaptación del cambio climático en cada caso particular. Esta información permite estudiar y analizar de forma integral la toma de decisiones de una manera más acertadas en términos de gestión rural, urbana e incluyendo sobre estos enfoques de adaptación frente al cambio climático.</p>
Línea base	Consolidación de la información disponible respecto a POT, estructurada en la geodatabase elaborada para facilitar los análisis de vulnerabilidad (ver producto 4 del presente contrato)

Tabla 10. Ficha metodológicas para el cálculo del indicador de vulnerabilidad desde los instrumentos de planificación territorial

REFERENCIAS

Anderson, Elizabeth, José Marengo, Ricardo Villalba, Stephan Halloy, Bruce Young, Doris Cordero, Fernando Gast, Ena Jaimes, and Daniel Ruiz. Consequences of Climate Change for Ecosystems and Ecosystem Services in the Tropical Andes. 2011. En: Herzog, Sebastian, Rodney Martínez, Peter M. Jørgensen, Holm Tiessen. 2011. Eds. **Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes** Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), 348 pp. ISBN: 978-85-99875-05-6

Andrade Pérez, A., Herrera Fernandez, B. and Cazzolla Gatti, R. (eds.) (2010) Building Resilience to Climate Change: Ecosystem-based adaptation and lessons from the field. Gland, Switzerland: IUCN. 164pp. <http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/2010-050.pdf>

Andrade, Angela, Rocío Cordoba, Radhika Dave, Pascal Girod, Bernal Herrera, Robert Munroe, Judy Oglethorpe, Emilia Pramova, James Watson and Walter Vergara. 2011. Principios y Lineamientos para la Integración del Enfoque basado en Ecosistemas en el Diseño de Proyectos y Políticas de Adaptación. CEM-UICN. CATIE.

Benito B, Peñas J (2007). Aplicación de modelos de distribución de especies a la conservación de la biodiversidad en el sureste de la Península Ibérica.

DANE. 2012. Codificación de la División Político Administrativa (DIVIPOLA)». DANE. Consultado el 12 de mayo de 2012.

DNP, 2012. El ABC del Plan Nacional de Adaptación. Bogotá.

Elith J., M. Kearney M., and S. Phillips, 2010. The art of modelling range-shifting species. *Methods in Ecology and Evolution* 1:330-342.

Elton C., 1927. *Animal Ecology*. Segdwick and Jackson. London.

Furness RW, Greenwood JJD, Jarvis PJ, Lehr Brisbin I, Ormerod SJ, Tyler SJ, Montevecchi WA, Baillie SR, Crick HQP, Marchant JH and Peach WJ 1993. *Birds as Monitors of Environmental Changes*. Chapman and Hall, London, UK.

FCCC, 2011. Water and Climate Change Impacts and Adaptation Strategies. FCCC/TP/2011/5.

FROST, DARREL R. *Amphibian Species of the World: an Online Reference*. Version 5.5 (31 January, 2011). Electronic Database accessible at: 2011. <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/> American Museum of Natural History, New York, USA.

Gitay, H., Finlayson, C.M. & Davidson, N.C. 2011. *A Framework for assessing the vulnerability of wetlands to climate change*. Ramsar Technical Report No. 5/CBD Technical Series No. 57. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland & Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Canada. ISBN 92-9225-361-1 (print); 92-9225-362-X (web).

Global Environmental Facility, 2012. Operational Guidelines on Ecosystem-Based Approaches to Adaptation. GEF/LDCF.SCCF.13/Inf.06

Grajales, Freddy. 2013. "Síntesis de Resultados del Análisis de Índices de Extremos Climáticos y de Escenarios de Cambio Climático". PRICC, PNUD. Bogotá.

Grinnell J., 1917. The niche-relationships of the California Thrasher. *Auk*, 34:427-433.

Guzmán, José Miguel, Daniel Schensul and Sainan Zhang. 2013. Understanding Vulnerability Using Census Data. En Martine, George and Daniel Schensul (eds) 2013. *The Demography of Adaptation to Climate Change*. New York, London and Mexico City. UNFPA, IIED.

Herzog, Sebastian, Rodney Martínez, Peter M. Jørgensen, Holm Tiessen. 2011. Eds. **Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes** Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), 348 pp. ISBN: 978-85-99875-05-6.

Hutchinson E.G., 1978. Erratum: An introduction to population ecology. *Science*, 202(4374):1269.

Hutchinson G.E., 1957. Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symp. Q. Biol.*, 22:415-427.

IDEAM, 2001. Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. IDEAM, 2001.

IDEAM, 2011. Segunda Comunicación Nacional ante la Convención de Cambio Climático. Bogotá, 2011.

IDEAM, 2011. Sistemas Agroforestales y Restauración Ecológica como medidas de adaptación al Cambio Climático en alta montaña. Caso Piloto INAP- Componente B, IDEAM & Conservación Internacional, Bogotá, 2011.

IDEAM, 2011, Aspectos del cambio climático y adaptación en el ordenamiento territorial de alta montaña. Guía metodológica. Caso Piloto. Proyecto INAP-Componente B, IDEAM & Conservación Internacional, Bogotá, 2011.

IPCC (2007) *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: Parry ML, Canziani OF, Palutikof PJ, van der Linden PJ, Hanson CE, eds. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 976 p.

IPCC, 2012: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.

IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 06 September 2012.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI (IGAC). Diccionario Geográfico de Colombia. Tercera Ed. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1996.

Kearney M., 2006. Habitat, environment and niche: What are we modeling. *Oikos*, 115(1):186–191.

Lacambra Segura, C. 2011. Rapid Screening of Vulnerability Assessment Tools and Framework proposal.

Leadley, P., Pereira, H.M., Alkemade, R., Fernandez- Manjarrés, J.F., Proença, V., Scharlemann, J.P.W., Walpole, M.J. (2010) Escenarios de biodiversidad: proyecciones del siglo XXI a los cambios de biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. Secretaría del Convenio sobre Diversidad Biológica, Montreal. Serie Técnica Número 50, 55 páginas.

Locatelli, B. Kanninen, M. Brockhaus, M., Colfer, C.J.P., Murdiyarseo, B. and Santoso, H. 2008. Facing an uncertain future: How forests and people can adapt to climate change. *Forest Perspectives* No. 5. CIFOR, Bogor, Indonesia.

Marshall N.A., Marshall P.A., Tamelander J., Obura D., Malleret-King D. and Cinner J.E. 2009. A Framework for Social Adaptation to Climate Change: Sustaining Tropical Coastal Communities and Industries. IUCN, Gland, Switzerland, [XXpp].

Martine, George and Daniel Schensul (eds) 2013. *The Demography of Adaptation to Climate Change*. New York, London and Mexico City. UNFPA, IIED.

Millenium Ecosystem Assessment (MEA). 2005. *Ecosystems and Human Well-being*. 4 volumes. Island Press, EE.UU.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, & WWF COLOMBIA. Plan Nacional de las Especies Migratorias: Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Primera Edición, Bogotá, D. C. Disponible en www.minambiente.gov.co o www.wwf.org.co. 2009.

MORENO, M. I. Aves migratorias. *Conservación Colombiana*. 11:9-25. 2009.

Mulligan, M. (2012) WaterWorld: a self-parameterising, physically-based model for application in data-poor but problem-rich environments globally. *Hydrology Research*. In Press.

Mulligan, M. and Burke, S. (2005) FIESTA Fog Interception for the Enhancement of Streamflow in Tropical Areas. Technical Report for AMBIOTEK contribution to DfID FRP R7991. [Online] Available from: <http://www.ambiotek.com/Fiesta> [Accessed 10 April 2007].

Mulligan, M., Saenz, L., Pena-Arancibia, J. Pandey, B. Mahe, G, and Fisher, M. (2011) Water availability and use across the CPWF basins.

Mungang, Richard, Ibrahim Thiaw, Keith Alverson, Jian Liu and Zhen Han, 2013. The role of Ecosystem Services in Climate Change Adaptation and disaster risk reduction. *Sci Verse Science Direct. Environmental Sustainability. ELSEVIER. www.sciencedirect.com* 2013, 5:1-6

Michelle D. Staudinger, Nancy B. Grimm, Amanda Staudt, Shawn L. Carter, F. Stuart Chapin III, Peter Kareiva, Mary Ruckelshaus, Bruce A. Stein. 2012. Impacts of Climate Change on Biodiversity, Ecosystems, and Ecosystem Services: Technical Input to the 2013 National Climate Assessment. Cooperative Report to the 2013 National Climate Assessment. 296 p. Available at: <http://assessment.globalchange.gov>

O'Brien, K., Eriksen, S., Nygaard, L. and Schjolden, A., 2007: Why differing interpretations of vulnerability matter in climate change discourses, *Climate Policy*, 7, 73-88.

O'Brien, K., Leichenko, R., Kelkar, U., Venema, H., Aandahl, G., Tompkins, H., Javed, A., Bhadwal, S., Barg, S., Nygaard L. and West, J., 2004: Mapping vulnerability to multiple stressors: climate change and globalization in India, *Global Environmental Change Part A*, 14 (4), 303- 313.

Pearson, R. G., Raxworthy, C. J., Nakamura, M., Townsend Peterson, A., 2007. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in madagascar. *Journal of Biogeography* 34, 102-117

REMSEN, J. V., JR., C. D. CADENA, A. JARAMILLO, M. NORES, J. F. PACHECO, J. PÉREZ-EMÁN, M. B. ROBBINS, F. G. STILES, D. F. STOTZ, AND K. J. ZIMMER. Version [2012]. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>

Rowland, E.L., J.E. Davison, and L.J. Graumlich. 2011. Approaches to Evaluating Climate Change Impacts on Species: A Guide to Initiating the Adaptation Planning Process. *Environmental Management* 47 (3): 322-37.

Rudolf S. de Groot, Matthew A. Wilson and Roelof M. J. Boumans. 2002. A TYPOLOGY FOR THE CLASSIFICATION, DESCRIPTION AND VALUATION OF ECOSYSTEM FUNCTIONS, GOODS AND SERVICES

Sáenz, L. L. (2007) A detailed scientific analysis of the impact of land use change on water resource provision to Bogotá, D.C and implications for the development of PES schemes. MSc Thesis. King's College London.

Sáenz, L. L. and Mulligan, M. (2007) A detailed scientific analysis of the impact of land use change on water resource provision to bogota d.c. and implications for the development of PES schemes. [Online] Available from: http://www.ambiotek.com/fiesta/bogota/FIESTA_Bogota_final%20report.pdf [Accessed 27 February 2007].

Sáenz, L. and Mark, M. (2013) The role of tropical montane cloud forests on water inputs to tropical dams and implications of their continuing loss. *International Journal of Ecosystem Services*. In press.

Sáenz, L., Patino, E. and Mulligan, M. (2013) The role of cloud forests in maintaining hydropower performance. The case of the Calima dam, Valle del Cauca, Colombia. Submitted: *Journal of Hydropower and Dams*.

Sáenz Leonardo, and Mark Mulligan, 2013. The role of Cloud Affected Forests (CAFs) on water inputs to dams. *Ecosystem Services*. *Ecosystem Service journal homepage*.

SALAMAN, P., T. DONEGAN, D. CARO. Listado de Aves de Colombia 2009. *Conservación Colombiana* 8:1-89. 2009.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2009). *Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation: Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change*. Montreal, Technical Series No. 41, 126 pages.

Shensul, Daniel and David Dodman, 2013. *Population Adaptation: Incorporating Population Dynamics in Climate Change Adaptation. Policy and Practice*. En Martine, George and Daniel Schensul (eds) 2013. *The Demography of Adaptation to Climate Change*. New York, London and Mexico City. UNFPA, IIED.

Soberón J., 2007. Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species. *Ecology Letters*, 10(12): 1115–1123.

STILES, F.G. Las aves endémicas de Colombia. Pp. 378-385 en Chaves, M.E. & N. Arango (Eds.). *Informe Nacional sobre el estado de la biodiversidad*. Santa Fe de Bogotá, Instituto Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente, Tomo I. 1997.

Sua, S., Mateus, R.D., Vargas, J.C. (2004). Georreferenciación de registros biológicos y gacetero digital de localidades. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 69p.

Turner, II, B.L., Kasperson, R.E., Matson, P.A., McCarthy, J.J., Corell, R.W., Christensen, L., Eckley, N., Kasperson, J.X., Luers., Martello, M.L., et al, 2003. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100: 8074-8079

UNFCCC/SBSTA/2011/INF.8 *Ecosystem-based Approaches to adaptation: compilation of information*. NWP on impacts, vulnerability and adaptation to climate change.

UNFCCC, 2013/SBSTA/2013/2. 2013. Report on the technical workshop on ecosystem-based approaches for adaptation to climate change. NWP.

Anexo 1. Variables utilizadas para los análisis de exposición en la región Bogotá - Cundinamarca

Variables y archivos usados para la parametrización de <i>FIESTA/WaterWorld</i> y <i>Costing Nature</i> .					
	Nombre de la variable en el modelo	Unidad	Rango	Fuente de Información	Descripción de la información necesaria
Frecuencia de nubes	Defcloud_pc	%	0-100	MODIS	
(Disponible de la base de datos SIMTERRA)	Frecuencia de nubes total anual				IDEAM
	Trade	%	0-100	MODIS	
(Disponible de la base de datos SIMTERRA)	Cubrimiento de nubes (1500,1600,1700 horas del ciclo diario)				IDEAM
	Temprano en la mañana	%	0-100	MODIS	
(Disponible de la base de datos SIMTERRA)	Cubrimiento de nubes (0300,0400,0500,0600 horas del ciclo diario)				IDEAM
	Noche	%	0-100	MODIS	
(Disponible de la base de datos SIMTERRA)	Cubrimiento de nubes (1800,1900,2000)				IDEAM
	mañana	%	0-100	MODIS	
(Disponible de la base de datos SIMTERRA)	Cubrimiento de nubes (0700, 0800, horas del ciclo diario)				IDEAM

	Djf	%	0-100	MODIS	
(Disponible de la base de datos SIMTERRA)	Cubrimiento promedio de nubes				IDEAM
Diciembre, Enero, Febrero					
	Jja	%	0-100	MODIS	
(Disponible de la base de datos SIMTERRA)	Cubrimiento promedio de nubes				IDEAM
Junio, Julio, Agosto					
	Mam	%	0-100	MODIS	
(Disponible de la base de datos SIMTERRA)	Cubrimiento promedio de nubes				IDEAM
Marzo, Abril, Mayo					
	Son	%	0-100	MODIS	
(Disponible de la base de datos SIMTERRA)	Cubrimiento promedio de nubes				IDEAM
Septiembre, Octubre y Noviembre					
Terreno	De DEM, 90 m, alrededor 1:10000, en términos planimétricos convencionales				
Bandas altitudinales	Nominal (natural)	(1, 2, ..., n)	Procesado de SRTM 90m DEM	100 Bandas altitudinales	
(Disponible de la base de datos SIMTERRA)	Aspecto	Grados N	0-359	De SRTM 90m DEM	
(Disponible de la base de datos SIMTERRA)	Aspecto, Grado norte				

	Dem	M	0 - 5000	De SRTM 90m DEM	
(Disponible de la base de datos SIMTERRA)	Elevación				
	Ldd	Dirección de flujo	09/01/2013	De SRTM 90m DEM	
Disponible de la base de datos SIMTERRA					
Dirección drenaje Local					
	Sfcratio	Ratio		De SRTM 90m DEM	
(Disponible de la base de datos SIMTERRA)	Relación entre el área real y planimétrica				
	Slopedeg	Grados	0-90	De SRTM 90m DEM	
(Disponible de la base de datos SIMTERRA)	Inclinación de la pendiente (en grados)				
Viento					Solicitar información de dirección y velocidad de viento mensual si disponible
Topex					
8 mapas, uno por dirección del viento	Grados	-180			
(Disponible de la base de datos SIMTERRA)					
De SRTM 90m DEM					
(Disponible de la base de datos SIMTERRA)	Exposición topográfica al viento. 8 direcciones				
N,NE,E,SE,S,SW,W,NW					
Windtopex ldds					

8 mapas, uno por dirección del viento	Dirección de flujo	09/01/2013	De SRTM 90m DEM		
(Base de datos SIMTERRA)					
Recopilado y verificado en ArcGIS 9.2	Direcciones de flujo de vientos mediadas por la topografía				
	Blwind		09/01/2013		
Temperatura	Dtr				Solicitar información de Temperatura mensual
12 mapas, uno por mes	°C	0-30	Base de datos SIMTERRA	Rango de temperatura diurna (°C)	Rango de temperatura diurna (°C)
	Tmp				
12 maps, one per month	°C	0-30	Base de datos SIMTERRA	Temperatura (°C).Promedio mensual.	Temperatura (°C). Promedio mensual.
	Newtmp				
12 mapas, uno por mes	°C	0-30	Base de datos SIMTERRA	Temperatura del suelo(°C). Promedio mensual.	Temperatura del suelo(°C). Promedio mensual.
Temperatura del suelo(°C). Promedio mensual.					
Datos de SIMTERRA fueron divididos en 10 para obtener el rango de datos adecuado de las variables.					
Presión media al nivel del mar	Mslp				Información de temperatura media a nivel del mar
12 mapas, uno por mes	Mb	Alrededor de 1000	New et al. (2000)		
Base de datos SIMTERRA	Presión media al nivel del mar (mb)				
Radiación solar					

Prmon	W m-2	0-1000	MODIS		Solicitar información de radiación solar
(SIMTERRA Database)	Potencial de radiación solar				
Caudales para la zona. Disponibles por Sáenz 2007				Sáenz 2007	Revisar información adicional con el IDEAM
Suelos					Información de suelos para Bogotá 1:25000, adquirir por IDEAM
3.2 Marco Conceptual EbA Ecosistemas					
Bosques de niebla	Escala 1:10000			Sáenz 2007	Buscar mejor información si disponible
Páramos	Escala 1:10000			Sáenz 2007	Buscar mejor información si disponible

VII. Documento de análisis de la configuración espacial actual de la Región Capital con anexo cartográfico que presenta el análisis de tendencias de cobertura y uso del suelo (1:100.000) de acuerdo con la información disponible, y los factores de estrés adicional (IPCC 2012).

Elaborado por: Conservación Internacional Colombia

Ángela Andrade, Coordinadora Técnica

Leonardo Sáenz, Profesional Ecohidrólogo

Patricia Bejarano M., Profesional Urbano-Regional

Con el apoyo de:

José Ville Triana,

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	260
2.	METODOLOGÍA.....	260
2.1.	Cobertura de la tierra 1993	261
2.2.	Cobertura de la tierra 2000 y 2007.....	270
2.3.	Comparaciones multitemporales.....	273
2.4.	Tendencias de cambio para un escenario en el año 2040.....	276
3.	RESULTADOS	277
3.1.	Cobertura de la tierra para los años 1993, 2000 y 2007	277
3.2.	Comparaciones multitemporales	287
3.3.	Modelo de cobertura de la tierra para el año 2040	289
4.	BIBLIOGRAFÍA.....	293

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el capítulo 4 de la Segunda Comunicación Nacional de Colombia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, referido al componente de la vulnerabilidad, los impactos potenciales generados como consecuencia del cambio climático son medidos sobre las diversas coberturas y formas de uso del suelo (Segunda Comunicación Nacional, cap 4, pp246).

Considerando que las mediciones de la vulnerabilidad están necesariamente relacionadas con las coberturas y la forma de uso de la tierra, es importante analizar a escala regional para la zona del PRICC, el estado actual de las coberturas, sus patrones de cambio y las posibles tendencias futuras que constituyen un elemento fundamental para la toma de decisiones frente a la vulnerabilidad y la capacidad adaptativa.

En el presente documento, se realiza dicho análisis de coberturas para la región del PRICC, utilizando la metodología Corine Land Cover, con el fin de mantener la consistencia y articulación de la información aquí generada con la reportada en la Segunda Comunicación Nacional y los factores de estrés adicional mencionados en el IPCC (2012). De acuerdo con lo establecido en el convenio, el presente informe corresponde al producto 3 que involucra el desarrollo de las siguientes actividades, para lo cual se incorporó adicionalmente un análisis multitemporal:

- Generación del modelo de uso y cobertura de la tierra en la actualidad
- Proyección de la tendencia futura de cobertura y uso de suelo basado en escenarios de cambio climático y factores de cambio en la configuración territorial por escenarios tendenciales en la forma de uso del suelo

2. METODOLOGÍA

Uno de los insumos más importantes para adelantar los análisis de vulnerabilidad para la región Bogotá-Cundinamarca, en el marco del "PLAN REGIONAL INTEGRAL DE CAMBIO CLIMÁTICO" (PRICC), es la cobertura de la tierra. A partir de información existente, se consolidaron capas de cobertura de la tierra para los años 1993²³, 2000 y 2007, disponibles en el IDEAM con metodología Corine Land Cover²⁴

Con el fin de homologar todos los modelos de cobertura a la metodología Corine Land Cover, que constituye la leyenda oficial para Colombia y sobre la cual se realizaron los análisis referidos en la Segunda Comunicación Nacional, se realizó un posprocesamiento a la capa de información del año 1993 para realizar los análisis comparativos de cambio de uso de suelo.

²³ Gobernación de Cundinamarca, con leyenda URPA, para el periodo 1993, Escala 1: 100.000

²⁴ Metodología CORINE Land Cover Adaptada para Colombia, Escala 1: 100.000, 2010

A continuación se presentan los marcos metodológicos a partir de los cuales fueron generadas las capas de información utilizadas y se describen los procedimientos utilizados para homologar la capa de 1993 con el fin de identificar los patrones de cambio.

2.1. Cobertura de la tierra 1993

2.1.1. Mapa leyenda URPA

La Gobernación de Cundinamarca elaboró el estudio de Uso Actual y Cobertura Vegetal de los Suelos en el año 1993, para comprender la dinámica del uso de la tierra en el departamento y establecer instrumentos de planificación como soporte para la implementación de planes, programas y proyectos agropecuarios y de ordenamiento territorial. (Gobernación de Cundinamarca, 2004).

La leyenda utilizada para la elaboración del mapa es la propuesta por URPA, en la cual se desagrega cada uno de los usos por subclase utilizando 2 letras del nombre del cultivo o unidad de uso; cuando no se podían identificar unidades puras, se agrupaban por Consociación, Asociación y Complejo, de acuerdo con la distribución porcentual de cada cobertura dentro de los diferentes mosaicos (Gobernación de Cundinamarca, Op. Cit, ver tabla 1).

Tabla 1. Unidades cartográficas utilizadas para categorizar mosaicos de vegetación en el mapa de cobertura año 1993

Tipo de unidad	Usos mezclados	Unidades por uso
Consociación	Pa/Pm/Ce	70/20/10
Asociación	Pa\Pm\Ce	60\25\15
Complejo	Pa-Pm-Ce	33-33-33
Consociación / complejo	Pa/Pm-Ce	70/15-15
Asociación / complejo	Pa\Pm-Ce	60\20-20

Las definiciones de cada tipo de unidad (tabla 1) se presentan a continuación dada la relevancia de estos conceptos al momento de realizar la homologación a Corine Land Cover:

- Consociación: Son aquellas unidades donde se presentan uno o más tipos de uso, pero en las que uno de ellos presenta una dominancia mayor o igual al 70%.

- Asociación: Hace referencia a dos o más tipos de uso, uno de los cuales cubre menos del 70% del área delimitada y los demás ocupan porcentajes inferiores.
- Complejo: Son unidades cartográficas que encierran uno, dos o más tipos de uso, pero que se encuentran en patrón intrincado o poco espaciado, lo cual hace difícil su separación pero que adicionalmente tienen distribuciones porcentuales similares.

2.1.2. Homologación mapa 1993 a leyenda Corine Land Cover

Una vez consolidado el mapa disponible para Cundinamarca del año 1993, este fue re proyectado a Magna-Sirgas y homologado a la leyenda a Corine Land Cover, para poder realizar el análisis multitemporal. En la tabla 2 se presenta la comparación de leyendas utilizada para realizar dicha homologación.

Tabla 2. Contraste y homologación de leyenda URPA a Corine Land Cover.

LEYENDA URPA		LEYENDA CORINE LAND COVER					
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	N1	NIVEL2	N2	NIVEL2	N3	NIVEL3
A	Agricultura mecanizada	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	241	Mosaico de cultivos
AF	Agroforestal	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	22	Cultivos permanentes	224	Cultivos agroforestales
AL	Algodón	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	21	Cultivos transitorios	213	Oleaginosas y leguminosas
AR	Afloramientos rocosos	3	BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	33	Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	332	Afloramientos rocosos
AV	Arveja	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	21	Cultivos transitorios	213	Oleaginosas y leguminosas
BA	Bosque abierto	3	BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	31	Bosques	312	Bosque abierto
BC	Bosque denso	3	BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	31	Bosques	311	Bosque denso
BN	Bosques naturales	3	BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	31	Bosques	311	Bosque denso
BN/BA	Bosque natural/Bosque abierto	3	BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	31	Bosques	311	Bosque denso

LEYENDA URPA		LEYENDA CORINE LAND COVER					
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	N1	NIVEL2	N2	NIVEL2	N3	NIVEL3
BNS	Bosque natural secundario y de galería	3	BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	31	Bosques	311	Bosque denso
BNS-G	Bosque natural secundario-Guayaba	3	BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	31	Bosques	311	Bosque denso
BP	Bosques plantados	3	BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	31	Bosques	315	Plantación forestal
BP/R	Bosque plantado / Rastrojo	3	BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	31	Bosques	315	Plantación forestal
BP/TE	Bosque Plantado / Eriales	3	BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	31	Bosques	315	Plantación forestal
Ca	Cacao	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	22	Cultivos permanentes	222	Cultivos permanentes arbustivos
CC	Café	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	22	Cultivos permanentes	222	Cultivos permanentes arbustivos
Ce	Cebada	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	21	Cultivos transitorios	212	Cereales
CÑP	Caña panelera	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	22	Cultivos permanentes	221	Cultivos permanentes herbáceos
CS	Cultivos de rotación	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	241	Mosaico de cultivos
CS-S	Cultivos de rotación-Sorgo	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	21	Cultivos transitorios	211	Otros cultivos transitorios
CT	Cítricos	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	22	Cultivos permanentes	223	Cultivos permanentes arbóreos
E1	Invernadero	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	22	Cultivos permanentes	225	Cultivos confinados
E2	Tierras eriales	3	BOSQUES Y ÁREAS	33	Áreas abiertas, sin o con poca	333	Tierras desnudas y

LEYENDA URPA		LEYENDA CORINE LAND COVER					
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	N1	NIVEL2	N2	NIVEL2	N3	NIVEL3
			SEMINATURALES		vegetación		degradadas
EM	Embalses	5	SUPERFICIES DE AGUA	51	Aguas continentales	514	Cuerpos de agua artificiales
F	Frutales	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	22	Cultivos permanentes	223	Cultivos permanentes arbóreos
G	Guayaba	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	22	Cultivos permanentes	223	Cultivos permanentes arbóreos
Gu	Guadua	3	BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	31	Bosques	314	Bosque de galería y ripario
Ht	Hortalizas de rotación	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	21	Cultivos transitorios	214	Hortalizas
L	Vegetación acuática (revisar ríos)	4	ÁREAS HÚMEDAS	41	Áreas húmedas continentales	413	Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
LG	Lagos y lagunas	5	SUPERFICIES DE AGUA	51	Aguas continentales	512	Lagunas, lagos y ciénagas naturales
M	Maíz	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	21	Cultivos transitorios	212	Cereales
M1	Misc 01 Asociación de cultivos	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	241	Mosaico de cultivos
M10	Misc 10 Rudimentario: Pred. Pastos, café, CÑP, plá	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	242	Mosaico de pastos y cultivos
M11	Misc 11 Rudimentario: Pred. Bosques, café, plátano	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
M12	Misc 12 Rudimentario: Pred. Bosques, rastrojo y p	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	244	Mosaico de pastos con espacios naturales

LEYENDA URPA		LEYENDA CORINE LAND COVER					
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	N1	NIVEL2	N2	NIVEL2	N3	NIVEL3
M15	Misc 15	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
M2	Misc 02	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
M3	Misc 03	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
M4	Misc 04 Semitecnificado: Yuca, frutales, pastos, r	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	242	Mosaico de pastos y cultivos
M5	Misc 05 Semitecnificado: CÑP, café, plátano, yuca,	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	241	Mosaico de cultivos
M6	Misc 06	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
M7	Misc 07	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
M8	Misc 08 Semitecnificado: arveja, cñp, café, maíz,	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	241	Mosaico de cultivos
M9	Misc 09	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
MS	Mosaico Pastos y Cultivos	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	242	Mosaico de pastos y cultivos
MS/BNS-M	Mosaico/Bosque natural	2	TERRITORIOS	24	Áreas agrícolas	245	Mosaico de cultivos y

LEYENDA URPA		LEYENDA CORINE LAND COVER					
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	N1	NIVEL2	N2	NIVEL2	N3	NIVEL3
	secundario-Maíz		AGRÍCOLAS		heterogéneas		espacios naturales
MS/CC-CÑP	Mosaico/Café-Caña Panelera	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	241	Mosaico de cultivos
MS/CC-CÑP-M	Mosaico/Café-Caña Panelera-Maíz	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	241	Mosaico de cultivos
MS/CC-CÑP-PL	Mosaico/Café-Caña Panelera-Plátano	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	241	Mosaico de cultivos
MS/CC-F	Mosaico/Café-Frutales	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	241	Mosaico de cultivos
MS/CC-M-PM	Mosaico/Café-Maíz-Pasto manejado	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	242	Mosaico de pastos y cultivos
MS/CC-PL	Mosaico/Café-Plátano	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	241	Mosaico de cultivos
MS/CC-PL-PN-CÑP	Mosaico/Café-Plátano-Pasto natural-Caña panelera	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
MS/CC-PM	Mosaico/Café-Pasto manejado	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	242	Mosaico de pastos y cultivos
MS/CC-PM-CÑP	Mosaico/Café-Pasto manejado-Caña panelera	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	242	Mosaico de pastos y cultivos
MS/CC-R	Mosaico/Café-Rastrojo	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	245	Mosaico de cultivos y espacios naturales
MS/CÑP-CC	Mosaico/Caña panelera-Café	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	241	Mosaico de cultivos
MS/CÑP-CC-M	Mosaico/Caña panelera-Café-Maíz	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	241	Mosaico de cultivos
MS/CÑP-M	Mosaico/Caña panelera-Maíz	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	241	Mosaico de cultivos

LEYENDA URPA		LEYENDA CORINE LAND COVER					
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	N1	NIVEL2	N2	NIVEL2	N3	NIVEL3
MS/CÑP-M-CC	Mosaico/Caña panelera-Maíz-Café	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	241	Mosaico de cultivos
MS/CÑP-M-PM-CC	Mosaico/Caña panelera-Maíz-Pasto manejado-Café	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	242	Mosaico de pastos y cultivos
MS/CÑP-PM	Mosaico/Caña panelera-Pasto manejado	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	242	Mosaico de pastos y cultivos
MS/CÑP-PM-CC	Mosaico/Caña panelera-Pasto manejado-Café	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	242	Mosaico de pastos y cultivos
MS/CÑP-PM-M	Mosaico/Caña panelera-Pasto manejado-Maíz	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	242	Mosaico de pastos y cultivos
MS/CÑP-PM-M-CC	Mosaico/Caña panelera-Pasto manejado-Maíz-Café	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	242	Mosaico de pastos y cultivos
MS/M-CÑP	Mosaico/Maíz-Caña panelera	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	241	Mosaico de cultivos
MS/M-CÑP-PM	Mosaico/Maíz-Caña panelera-Pasto manejado	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	242	Mosaico de pastos y cultivos
MS/M-PN	Mosaico/Maíz-Pasto natural	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
MS/PM-CÑP	Mosaico/Pasto manejado-Caña panelera	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	242	Mosaico de pastos y cultivos
MS/PM-CÑP-M	Mosaico/Pasto manejado-Caña panelera-Maíz	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	242	Mosaico de pastos y cultivos
MS/PM-M	Mosaico/Pasto manejado-Maíz	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	242	Mosaico de pastos y cultivos

LEYENDA URPA		LEYENDA CORINE LAND COVER					
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	N1	NIVEL2	N2	NIVEL2	N3	NIVEL3
MS/PM-M-CÑP	Mosaico/Pasto manejado-Maíz-Caña panelera	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	242	Mosaico de pastos y cultivos
MS/PN-CC	Mosaico/Pasto natural-Café	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
MS/R-CC-CÑP-M	Mosaico/Rastrojo-Café-Caña panelera-Maíz	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
MS/R-CC-PM	Mosaico/Rastrojo-Café-Pasto manejado	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	24	Áreas agrícolas heterogéneas	243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
Pa	Papa	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	21	Cultivos transitorios	215	Tubérculos
PalmAc	Palma de aceite	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	22	Cultivos permanentes	223	Cultivos permanentes arbóreos
Pe	Plantación exótica	3	BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	31	Bosques	315	Plantación forestal
PI	Playas e islas	3	BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	33	Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	331	Zonas arenosas naturales
PL	Plátano	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	22	Cultivos permanentes	221	Cultivos permanentes herbáceos
PM	Pastos manejados	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	23	Pastos	231	Pastos limpios
PM/BNS	Pasto manejado/Bosque natural secundario	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	23	Pastos	231	Pastos limpios
PM-TE	Pasto manejado-Tierras eriales	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	23	Pastos	231	Pastos limpios

LEYENDA URPA		LEYENDA CORINE LAND COVER					
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	N1	NIVEL2	N2	NIVEL2	N3	NIVEL3
PN	Pasto natural o no manejado	3	BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	32	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	321	Herbazal
PN/R	Pasto natural/Rastrojo	3	BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	32	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	321	Herbazal
PN/TE	Pasto natural/Tierras eriales	3	BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	32	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	321	Herbazal
PN-TE	Pasto natural-Tierras eriales	3	BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	32	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	321	Herbazal
PR	Pastos con rastrojos y/o enmalezados	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	23	Pastos	233	Pastos enmalezados
PR/TE	Pasto con rastrojos/Tierras eriales	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	23	Pastos	233	Pastos enmalezados
PR-PT	Pasto con rastrojos/Patilla	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	23	Pastos	233	Pastos enmalezados
PR-TE	Pasto con rastrojos/Tierras eriales	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	23	Pastos	233	Pastos enmalezados
R	Rastrojo	3	BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	32	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	323	Vegetación secundaria o en transición
R/BP	Rastrojo / Bosque Plantado	3	BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	32	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	323	Vegetación secundaria o en transición
R/PN	Rastrojo/Pasto natural	3	BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	32	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	323	Vegetación secundaria o en transición

LEYENDA URPA		LEYENDA CORINE LAND COVER					
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	N1	NIVEL2	N2	NIVEL2	N3	NIVEL3
R/TE	Rastrojo/Tierras eriales	3	BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	32	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	323	Vegetación secundaria o en transición
RIO	Ríos	5	SUPERFICIES DE AGUA	51	Aguas continentales	511	Ríos (50 m)
S	Sorgo	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	21	Cultivos transitorios	212	Cereales
Si	Sin información	0	Sin información	0	Sin información	0	Sin información
TE	Tierras eriales	3	BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	33	Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	333	Tierras desnudas y degradadas
TE/BP	Tierras eriales/Bosque plantado	3	BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	31	Bosques	315	Plantación forestal
TE/R	Tierras eriales/Rastrojo	3	BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	32	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	323	Vegetación secundaria o en transición
To	Tomate	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	21	Cultivos transitorios	214	Hortalizas
Tr	Trigo	2	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	21	Cultivos transitorios	212	Cereales
VP	Vegetación de páramo	3	BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	32	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	321	Herbazal
ZM	Zonas mineras y canteras	1	TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	13	Zonas de extracción minera y escombreras	131	Zonas de extracción minera
ZU	Zonas urbanas	1	TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	11	Zonas urbanizadas	111	Tejido urbano continuo

2.2. Cobertura de la tierra 2000 y 2007

Las coberturas utilizadas para los años 2000 y 2007 son las generadas por el IDEAM a escala 1:100.000 para Colombia utilizando la metodología CORINE Land Cover (IDEAM, 2010).

La aplicación de la metodología CORINE Land Cover para Colombia fue adaptada y probada en Colombia inicialmente en las cuencas Magdalena – Cauca (IDEAM *et al*, 2008) ante la carencia de información base para realizar análisis de deforestación, inventarios forestales y dinámicas de cambio, pues no se conocía con precisión la superficie y localización de los bosques del país, así como de otro tipo de coberturas y usos del territorio. Se consultaron diferentes metodologías para encontrar aquella que se ajustara mejor a las necesidades de información que tenía el país. Luego de un proceso de revisión, se consideró la metodología CORINE Land Cover, ya utilizada en Europa y en algunas zonas de América Central, como la más conveniente para aplicarse en Colombia (IDEAM *et al*, 2008).

Dentro de las principales ventajas de la metodología CORINE Land Cover se encuentran las siguientes (IDEAM *et al*, 2008):

- Permite obtener una capa de cobertura de la tierra de una manera relativamente rápida y sencilla.
- Su aplicación permite la comparación de datos y porcentajes de uso y ocupación del territorio.
- Permite hacer análisis multitemporales de ocupación del territorio de una manera relativamente sencilla y rápida.

El esquema metodológico utilizado para generar las capas de información espacial CORINE Land Cover para Colombia se ilustra en la figura 1.

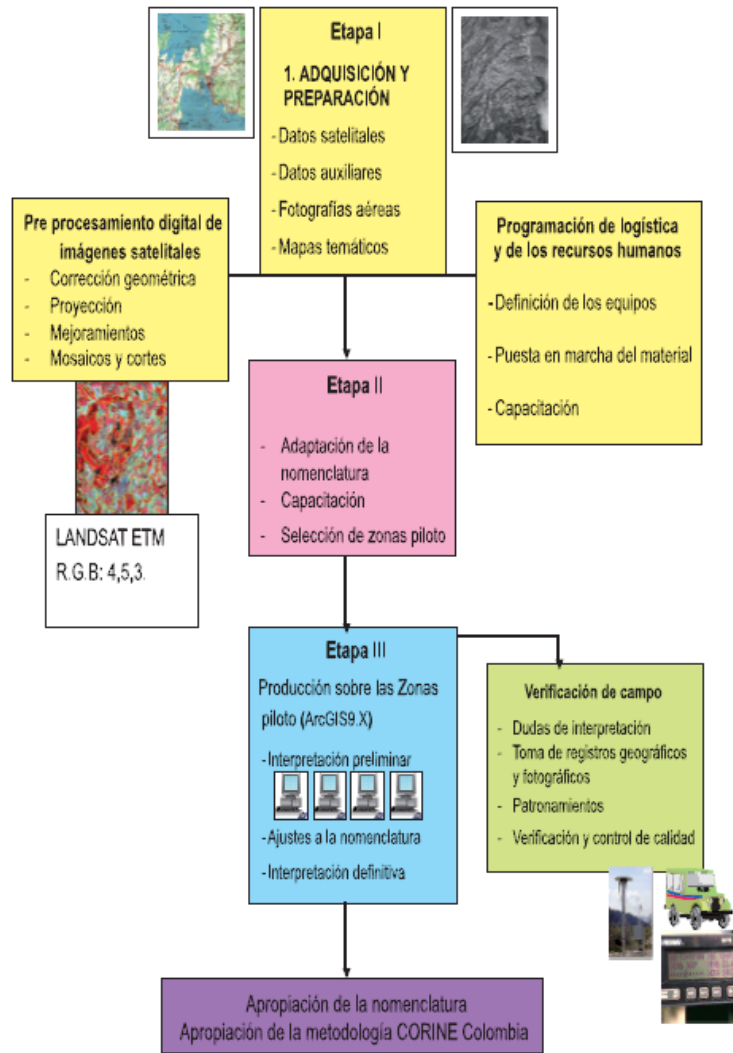


Figura No.1. Esquema metodológico utilizado para generar la cobertura y uso de las tierra en los años 2000 y 2007. Fuente: (IDEAM *et al*, 2008)

Como resultado de la metodología ilustrada en la figura No.1, la leyenda CORINE Land Cover adaptada para Colombia es la que se presenta en la figura 2 y sobre la cual se hicieron los análisis de coberturas referidos en el presente informe.

LEYENDA NACIONAL DE COBERTURAS DE LA TIERRA - COLOMBIA	
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES
1.1. Zonas urbanizadas	3.1. Bosques
1.1.1. Tejido urbano continuo	3.1.1. Bosque denso
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	3.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme
1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	3.1.1.1.2. Bosque denso alto inundable
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	3.1.1.2.2. Bosque denso bajo inundable
1.2.3. Zonas portuarias	3.1.2. Bosque abierto
1.2.4. Aeropuertos	3.1.2.1.1. Bosque abierto alto de tierra firme
1.2.5. Obras hidráulicas	3.1.2.1.2. Bosque abierto alto inundable
1.3. Zonas de extracción minera y escombrenas	3.1.2.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme
1.3.1. Zonas de extracción minera	3.1.2.2.2. Bosque abierto bajo inundable
1.3.2. Zonas de disposición de residuos	3.1.3. Bosque fragmentado
1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	3.1.4. Bosque de galería y ripario
1.4.1. Zonas verdes urbanas	3.1.5. Plantación forestal
1.4.2. Instalaciones recreativa	3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	3.2.1.1. Herbazal denso
2.1. Cultivos transitorios	3.2.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado
2.1.1. Otros cultivos transitorios	3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado
2.1.2. Cereales	3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos
2.1.3. Oleaginosas y leguminosas	3.2.1.1.2.1. Herbazal denso inundable no arbolado
2.1.4. Hortalizas	3.2.1.1.2.2. Herbazal denso inundable arbolado
2.1.5. Tubérculos	3.2.1.1.2.3. Arracachal
2.2. Cultivos permanentes	3.2.1.1.2.4. Helechal
2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	3.2.1.2. Herbazal abierto
2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos	3.2.1.2.1. Herbazal abierto arenoso
2.2.1.2. Caña	3.2.1.2.2. Herbazal abierto rocoso
2.2.1.3. Plátano y banano	3.2.2.1. Arbustal denso
2.2.1.4. Tabaco	3.2.2.2. Arbustal abierto
2.2.1.5. Papaya	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición
2.2.1.6. Amapola	3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	3.3.1. Zonas arenosas naturales
2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos	3.3.2. Afloramientos rocosos
2.2.2.2. Café	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas
2.2.2.3. Cacao	3.3.4. Zonas quemadas
2.2.2.4. Viñedos	3.3.5. Zonas glaciares y nivales
2.2.2.5. Coca	4. ÁREAS HÚMEDAS
2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	4.1. Áreas húmedas continentales
2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreos	4.1.1. Zonas Pantanosas
2.2.3.2. Palma de aceite	4.1.2. Turberas
2.2.3.3. Citricos	4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
2.2.3.4. Mango	4.2. Áreas húmedas costeras
2.2.4. Cultivos agroforestales	4.2.1. Pantanos costeros
2.2.5. Cultivos confinados	4.2.2. Salitral
2.3. Pastos	4.2.3. Sedimentos expuestos en bajamar
2.3.1. Pastos limpios	5. SUPERFICIES DE AGUA
2.3.2. Pastos arbolados	5.1. Aguas continentales
2.3.3. Pastos enmalezados	5.1.1. Ríos (50 m)
2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales
2.4.1. Mosaico de cultivos	5.1.3. Canales
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	5.1.4. Cuerpos de agua artificiales
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	5.2. Aguas marítimas
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	5.2.1. Lagunas costeras
2.4.5. Mosaico de cultivos y espacios naturales	5.2.2. Mares y océanos
	5.2.3. Estanques para acuicultura marina

Figura No. 2. Leyenda CORINE Land Cover adaptada para Colombia. Fuente: IDEAM, 2010.

2.3. Comparaciones multitemporales

Con el propósito de establecer posibles patrones de cambio se elaboraron comparaciones temporales entre los años 1993-2000 y 2000-2007, para lo cual se contrastaron las coberturas de cada uno de los

años y se identificaron las zonas geográficas donde se registran cambios y aquellas donde no se evidencia transformación debido a la permanencia de la misma cobertura en el tiempo.

Para realizar los análisis multitemporales, se agruparon las coberturas por categorías tal como se indica en la tabla 3. Esta categorización se realizó con el fin de poder identificar las principales dinámicas de transformación que afectan a ecosistemas estratégicos para la prestación de servicios ecosistémicos en la región del PRICC (Bosques, páramos, humedales y cuerpos de agua) como consecuencia de decisiones expresadas en formas de usos de suelo (territorios artificializados y agrícolas) o zonas desprovistas de vegetación y uso aparente (suelos desnudos).

Tabla 3. Recategorización de coberturas para los análisis multitemporales

COBERTURA	CORINE LAND COVER	
Territorios artificializados	111	Tejido urbano continuo
	112	Tejido urbano discontinuo
	121	Zonas industriales o comerciales
	122	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados
	124	Aeropuertos
	125	Obras hidráulicas
	131	Zonas de extracción minera
	141	Zonas verdes urbanas
	142	Instalaciones recreativas
Territorios agrícolas	211	Otros cultivos transitorios
	212	Cereales
	215	Tubérculos
	221	Cultivos permanentes herbáceos
	222	Cultivos permanentes arbustivos
	223	Cultivos permanentes arbóreos
	225	Cultivos confinados
	231	Pastos limpios
	232	Pastos arbolados
	233	Pastos enmalezados

COBERTURA	CORINE LAND COVER	
	241	Mosaico de cultivos
	242	Mosaico de pastos y cultivos
	243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
	244	Mosaico de pastos con espacios naturales
	245	Mosaico de cultivos y espacios naturales
	321	Herbazal**
Bosques	311	Bosque denso
	312	Bosque abierto
	313	Bosque fragmentado
	314	Bosque de galería y ripario
	315	Plantación forestal
	322	Arbustal
	323	Vegetación secundaria o en transición
Páramos	321	Herbazal*
Suelo desnudo	331	Zonas arenosas naturales
	332	Afloramientos rocosos
	333	Tierras desnudas y degradadas
	334	Zonas quemadas
Zonas húmedas	411	Zonas pantanosas
	412	Turberas
	413	Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
Cuerpos de agua	511	Ríos (50 m)
	512	Lagunas, lagos y ciénagas naturales
	514	Cuerpos de agua artificiales
Sin información	0	Sin información

Herbazal*

Coberturas de herbazal por encima de los 2800 m

COBERTURA	CORINE LAND COVER
Herbazal**	Coberturas de herbazal por debajo de los 2800 m

El análisis de cambio en las coberturas se realiza con un enfoque ecosistémico analizando la intervención humana sobre los diversos recursos naturales presentes en la región, con base en los siguientes criterios:

- Pérdidas: se entiende como pérdidas la disminución de ecosistemas de importancia para la prestación de servicios ambientales.
- Ganancias: Contrario al criterio anterior, corresponde al aumento en superficie de los ecosistemas de importancia garantizar la oferta de servicios ambientales.

2.4. Tendencias de cambio para un escenario en el año 2040

Una vez realizada la comparación multitemporal se evaluó los cambios en la configuración espacial de las categorías analizadas con el fin de establecer si responden a un patrón determinado. Teniendo en cuenta que la región del PRICC corresponde a una de las zonas más pobladas del país que recibe una alta influencia y presión por parte de la ciudad de Bogotá, se evidenció que los cambios más que responder a un patrón determinado (como ocurre con sucesiones ecológicas o procesos de recuperación en zonas rurales) se generan como consecuencia de las decisiones relacionadas con el mejoramiento de la conectividad vial, la cobertura de servicios, y la migración de los habitantes de las áreas rurales como resultado de la violencia o la búsqueda de mejores condiciones de vida.

Estas consideraciones, junto con algunos acercamientos relacionados con el impacto sobre los ecosistemas de bosque y páramo como consecuencia del cambio climático fueron tenidos en cuenta para elaborar una primera aproximación a la cobertura de la tierra para el año 2040. Igualmente, el escenario analizado presenta una visión optimista frente a las políticas que en la actualidad se están implementando para la conservación de los páramos, referidos particularmente a la exclusión de la minería en estos ecosistemas, a una gestión efectiva de las áreas protegidas y a un exitoso proceso de recuperación de los complejos de páramos definidos por el Instituto von Humboldt.

De acuerdo con lo anterior los supuestos que se consideraron para elaborar el modelo tendencial de uso del suelo son:

- Los complejos de páramos se encuentran en un buen estado de conservación gracias a la buena gestión realizada por las autoridades ambientales y organizaciones aliadas.
- Las áreas protegidas se encuentran en un buen estado de conservación gracias a la buena gestión realizada por las autoridades ambientales y organizaciones aliadas.

- De acuerdo con las dinámicas migratorias de los habitantes de la Bogotá – Región, se presentará una expansión efectiva de los cascos urbanos y centros poblados de acuerdo con los incrementos poblacionales estimados para ese año.
- Los títulos mineros que en la actualidad se encuentran en explotación, o tienen licencias especiales para materiales de construcción, o son reservas especiales o tienen registro minero de canteras, pasarán a formar parte de territorios artificializados.
- De acuerdo con algunos estudios (IDEAM *et al*, 2002 e IDEAM *et al*, 2010) se estima que en las áreas donde se presente un incremento de temperatura de 2°C o más, se presentará un desplazamiento altitudinal de las zonas bioclimáticas hasta de 400m, lo que generará una disminución en las coberturas de páramo y bosques y por ende una disminución de los servicios ecosistémicos asociados.

3. RESULTADOS

3.1. Cobertura de la tierra para los años 1993, 2000 y 2007

En las figuras 3, 4 y 5 se presentan los resultados de la cobertura de la tierra y en las tablas 4, 5 y 6 las áreas cubiertas por cada cobertura analizada para los años 1993, 2000 y 2007 respectivamente.

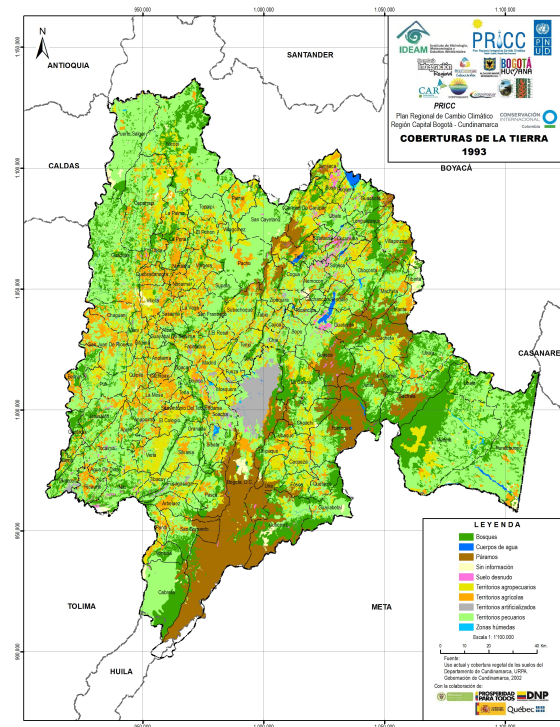


Figura 3. Cobertura de la tierra año 1993

Tabla 4. Cobertura de la tierra año 1993

N3	COBERTURA	ÁREA Ha
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS		
1.1 Zonas urbanizadas		
111	Tejido urbano continuo	39.669
1.3 Zonas de extracción minera y escombreras		
131	Zonas de extracción minera	1.178
N3	COBERTURA	ÁREA Ha
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS		
2.1 Cultivos transitorios		
212	Cereales	10.331
213	Oleaginosas y leguminosas	996
214	Hortalizas	1.263
215	Tubérculos	6.375
2.2 Cultivos permanentes		
221	Cultivos permanentes herbáceos	12.405
222	Cultivos permanentes arbustivos	32.344
223	Cultivos permanentes arbóreos	6.592
224	Cultivos agroforestales	57
225	Cultivos confinados	3.201
2.3 Pastos		
231	Pastos limpios	693.347
233	Pastos enmalezados	125.400
2.4 Áreas agrícolas heterogéneas		
241	Mosaico de cultivos	142.839
242	Mosaico de pastos y cultivos	106.312
243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	175.649
244	Mosaico de pastos con espacios naturales	47.466

245	Mosaico de cultivos y espacios naturales	99
N3	COBERTURA	ÁREA Ha
3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES		
3.1 Bosques		
311	Bosque denso	237.872
312	Bosque abierto	1.193
314	Bosque de galería y ripario	118
315	Plantación forestal	18.539
3.2 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva		
321	Herbazal	431.785
323	Vegetación secundaria o en transición	235.320
3.3 Áreas abiertas, sin o con poca vegetación		
331	Zonas arenosas naturales	92
332	Afloramientos rocosos	3.879
333	Tierras desnudas y degradadas	15.222
N3	COBERTURA	ÁREA Ha
4. ÁREAS HÚMEDAS		
4.1 Áreas húmedas continentales		
413	Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	4.075
N3	COBERTURA	ÁREA Ha
5. SUPERFICIES DE AGUA		
5.1 Aguas continentales		
511	Ríos (50 m)	7.745
512	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	4.194
514	Cuerpos de agua artificiales	3.869
0	Sin información	27.048

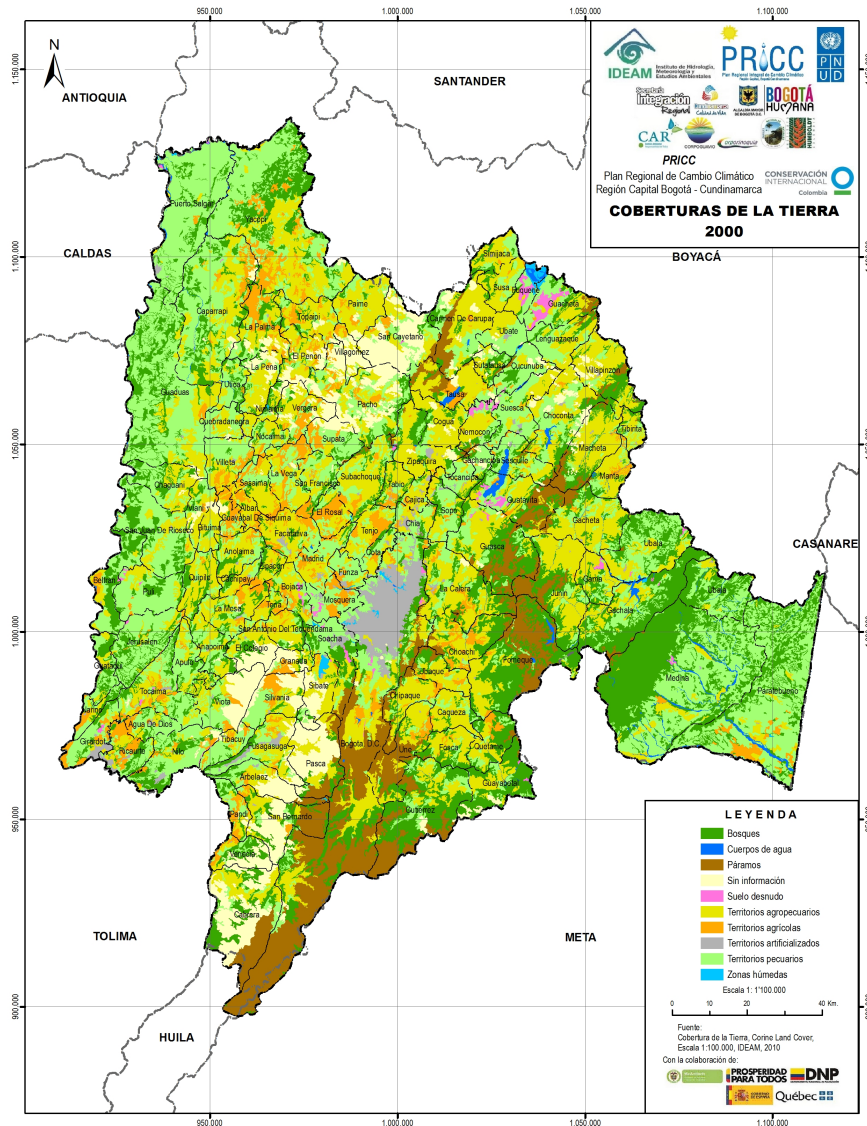


Figura 4. Cobertura de la tierra año 2000

Tabla 5. Cobertura de la tierra año 2000

N3	COBERTURA	ÁREA Ha
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS		
1.1 Zonas urbanizadas		
111	Tejido urbano continuo	32.707
112	Tejido urbano discontinuo	3.762
1.2 Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación		

121	Zonas industriales o comerciales	1.262
122	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	167
124	Aeropuertos	1.035
125	Obras hidráulicas	57
1.3 Zonas de extracción minera y escombreras		
131	Zonas de extracción minera	1.317
1.4 Zonas verdes artificializadas, no agrícolas		
141	Zonas verdes urbanas	1.186
142	Instalaciones recreativas	4.056
N3	COBERTURA	ÁREA Ha
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS		
2.1 Cultivos transitorios		
211	Otros cultivos transitorios	7.464
212	Cereales	4.036
213	Oleaginosas y leguminosas	51
215	Tubérculos	3.639
2.2 Cultivos permanentes		
221	Cultivos permanentes herbáceos	162
222	Cultivos permanentes arbustivos	15.272
223	Cultivos permanentes arbóreos	2.557
225	Cultivos confinados	4.201
2.3 Pastos		
231	Pastos limpios	394.225
232	Pastos arbolados	3.699
233	Pastos enmalezados	126.639
2.4 Áreas agrícolas heterogéneas		
241	Mosaico de cultivos	31.608
242	Mosaico de pastos y cultivos	364.950

243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	271.017
244	Mosaico de pastos con espacios naturales	177.957
245	Mosaico de cultivos y espacios naturales	53.248
N3	COBERTURA	ÁREA Ha
3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES		
3.1 Bosques		
311	Bosque denso	118.185
313	Bosque fragmentado	114.088
314	Bosque de galería y/o ripario	23.295
315	Plantación forestal	7.364
3.2 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva		
321	Herbazal	190.078
322	Arbustal	113.118
323	Vegetación secundaria o en transición	134.105
3.3 Áreas abiertas, sin o con poca vegetación		
331	Zonas arenosas naturales	343
332	Afloramientos rocosos	303
333	Tierras desnudas y degradadas	11.154
334	Zonas quemadas	371
N3	COBERTURA	ÁREA Ha
4. ÁREAS HÚMEDAS		
4.1 Áreas húmedas continentales		
411	Zonas pantanosas	2.140
412	Turberas	57
413	Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	2.411
4.2 Áreas húmedas costeras		
422	Salitral	43
N3	COBERTURA	ÁREA Ha

5. SUPERFICIES DE AGUA		
5.1 Aguas continentales		
511	Ríos (50 m)	15.199
512	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	2.852
514	Cuerpos de agua artificiales	4.535
0	Sin información	163.019

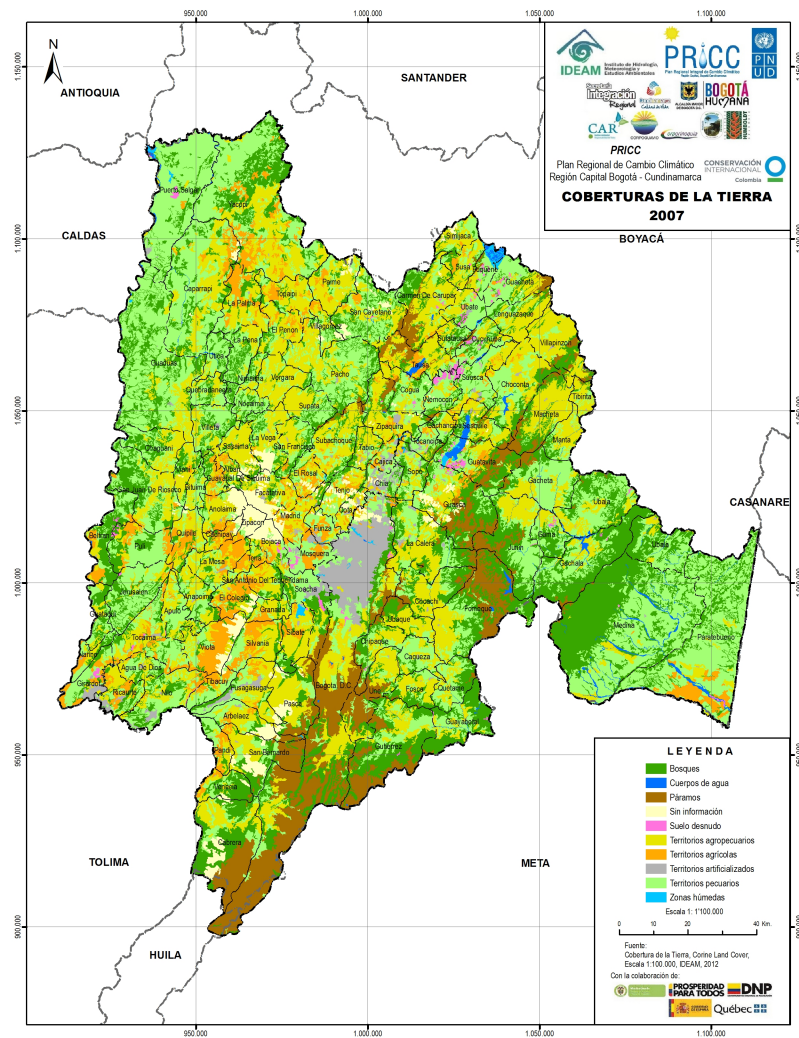


Figura 5. Cobertura de la tierra año 2007

Tabla 6. Cobertura de la tierra año 2007

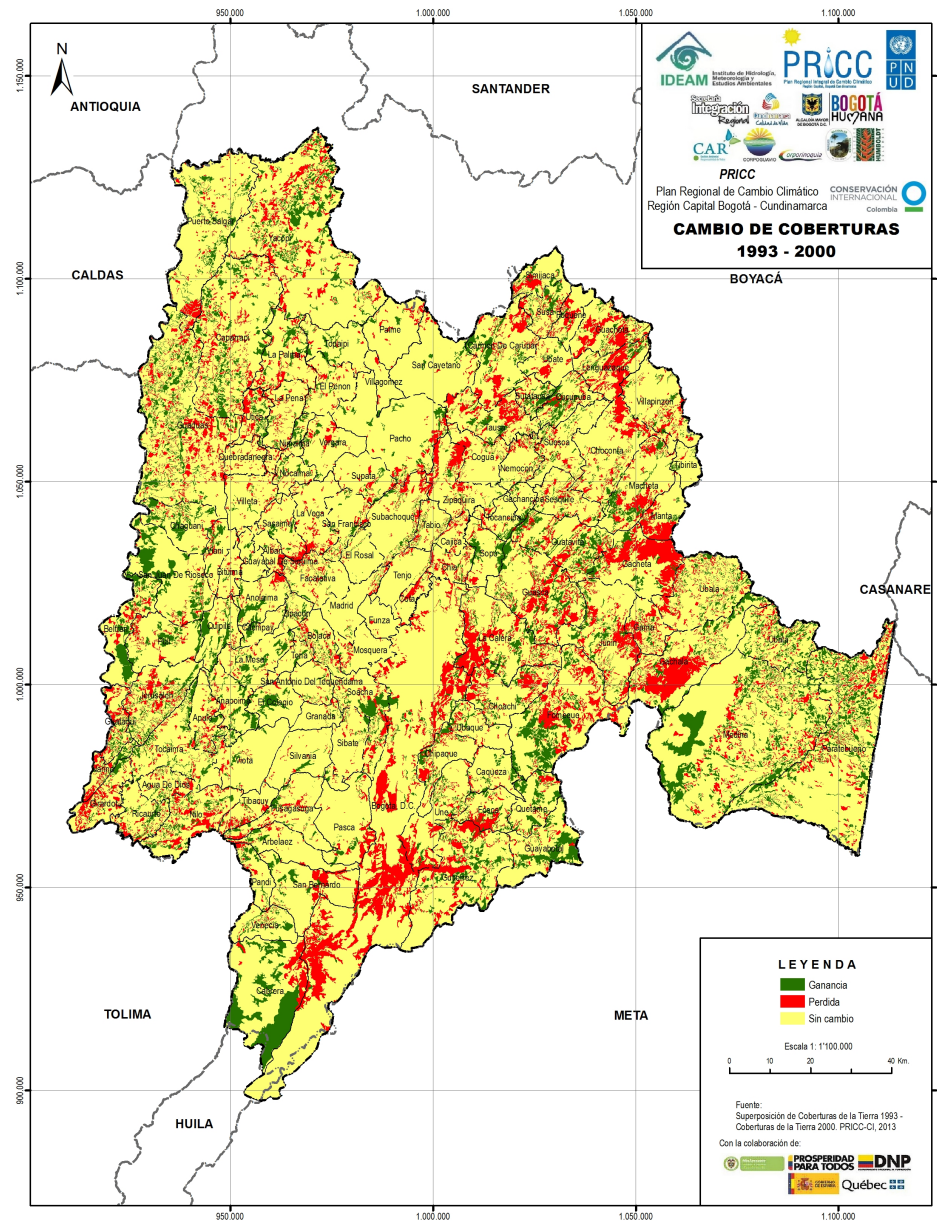
N3	COBERTURA	ÁREA Ha
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS		
1.1 Zonas urbanizadas		
111	Tejido urbano continuo	39.708
112	Tejido urbano discontinuo	5.021
1.2 Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación		
121	Zonas industriales o comerciales	1.597
122	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	199
124	Aeropuertos	1.960
125	Obras hidráulicas	57
1.3 Zonas de extracción minera y escombreras		
131	Zonas de extracción minera	1.880
1.4 Zonas verdes artificializadas, no agrícolas		
141	Zonas verdes urbanas	450
142	Instalaciones recreativas	5.960
N3	COBERTURA	ÁREA Ha
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS		
2.1 Cultivos transitorios		
211	Otros cultivos transitorios	6.987
212	Cereales	6.877
215	Tubérculos	5.093
2.2 Cultivos permanentes		
221	Cultivos permanentes herbáceos	30
222	Cultivos permanentes arbustivos	43.205
223	Cultivos permanentes arbóreos	4.601
225	Cultivos confinados	6.561

2.3 Pastos		
231	Pastos limpios	469.025
232	Pastos arbolados	3.769
233	Pastos enmalezados	108.755
2.4 Áreas agrícolas heterogéneas		
241	Mosaico de cultivos	20.501
242	Mosaico de pastos y cultivos	328.413
243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	278.400
244	Mosaico de pastos con espacios naturales	176.882
245	Mosaico de cultivos y espacios naturales	32.326
N3	COBERTURA	ÁREA Ha
3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES		
3.1 Bosques		
311	Bosque denso	156.244
312	Bosque abierto	6.251
313	Bosque fragmentado	82.908
314	Bosque de galería y ripario	20.609
315	Plantación forestal	8.915
3.2 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva		
321	Herbazal	195.181
322	Arbustal	195.539
323	Vegetación secundaria o en transición	95.960
3.3 Áreas abiertas, sin o con poca vegetación		
331	Zonas arenosas naturales	570
332	Afloramientos rocosos	232
333	Tierras desnudas y degradadas	9.892
334	Zonas quemadas	498
N3	COBERTURA	ÁREA Ha

4. ÁREAS HÚMEDAS		
4.1 Áreas húmedas continentales		
411	Zonas pantanosas	2.541
412	Turberas	57
413	Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	2.426
N3	COBERTURA	ÁREA Ha
5. SUPERFICIES DE AGUA		
5.1 Aguas continentales		
511	Ríos (50 m)	15.392
512	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	5.694
514	Cuerpos de agua artificiales	1.997
0	Sin información	59.773

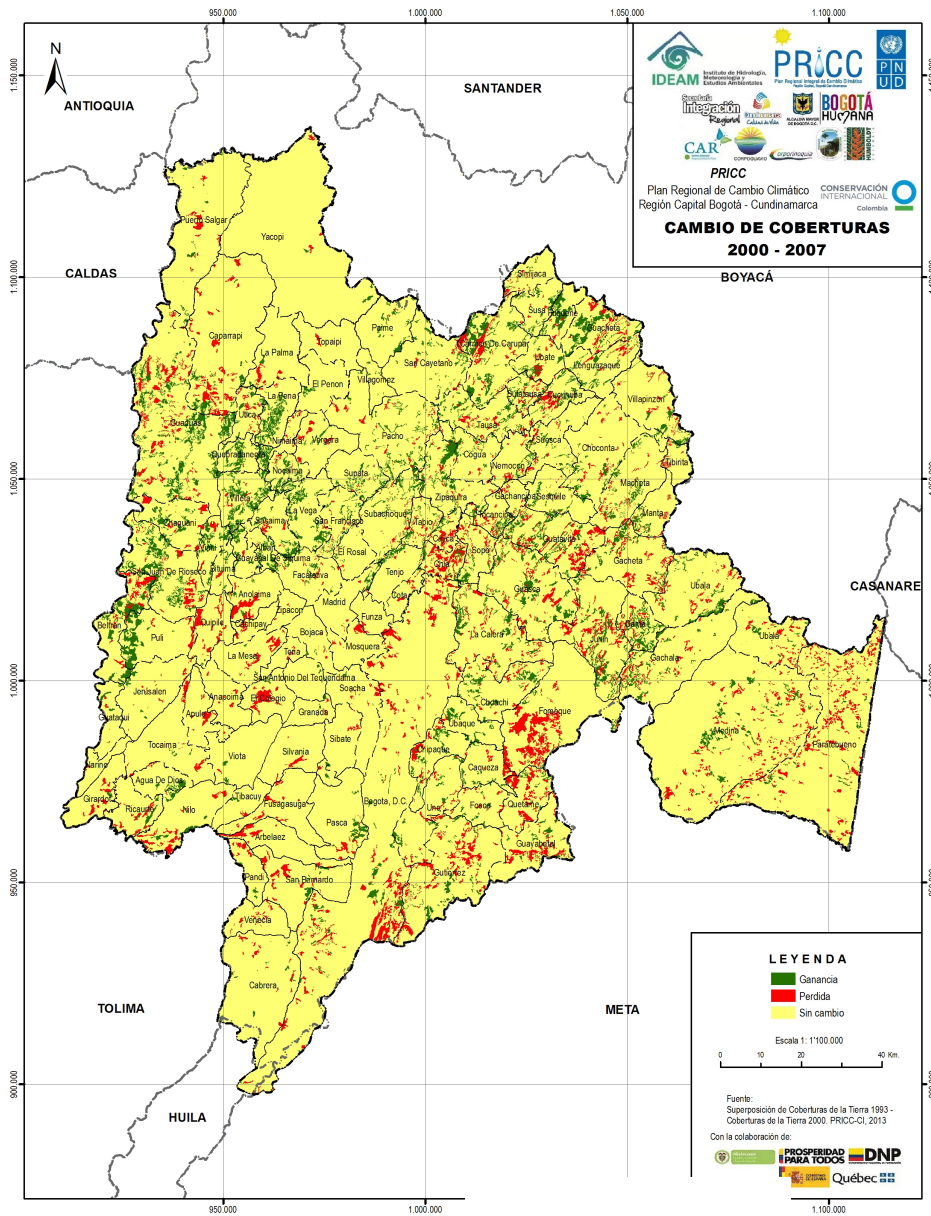
3.2. Comparaciones multitemporales

Luego de realizar la reclasificación de las coberturas en las categorías de nivel superior, se realizaron las comparaciones multitemporales cuyos resultados se presentan en las figuras 6 y 7.



CAMBIOS 1993 - 2000	
Ganancia	242.827
Pérdida	310.428
Sin cambio	1.855.681
TOTAL	2.408.936

Figura 6. Cambios multitemporales entre los años 1993 y 2000



CAMBIOS 2000 - 2007	
Ganancia	127.991
Pérdida	123.964
Sin cambio	2.156.982
TOTAL	2.408.936

Figura 7. Cambios multitemporales entre los años 2000 y 2007

De acuerdo con los resultados de los numerales 3.1 y 3.2 se puede apreciar una disminución importante de los páramos entre los años 1993 y 2000, ocasionado principalmente por el aumento de las actividades agropecuarias en los municipios de Gachetá, Gachalá, Gama, Junín, Ubalá, Medina y Paratebueno. Los cambios en la configuración territorial que generó aumento de territorios agrícolas y pérdida de páramos puede estar relacionado con la construcción y puesta en operación de la represa del Guavio que inició su operación en 1992.

Durante los años 2000 y 2007 (Figuras 4 y 5), si bien se presentaron algunos incrementos en los territorios artificializados y agrícolas, se presentó también un incremento en la cobertura de bosques y páramos, particularmente en los municipios de Junín, Gachalá y Medina, por la recuperación natural que se ha dado como consecuencia del desplazamiento de la población humana ocasionado por la violencia. Esta tendencia se mantiene de acuerdo con las tasas de decrecimiento reportadas por el DANE que para el municipio de Junín es de -2.51, para Medina de -2.05 y para Gachalá de -0.61 (DANE, 2009).

En la tabla 7, se presenta el consolidado de las categorías analizadas donde se pueden visualizar las superficies cubiertas por cada una de ellas cuyas representaciones espaciales se ilustraron en las figuras 3, 4 y 5.

Tabla 7. Cambios de la cobertura de la tierra entre los años 1993-2007.

COBERTURAS DE LA TIERRA	PERIODO		
	1993	2000	2007
Territorios artificializados	40.847	45.550	56.831
Territorios agrícolas	247.503	129.635	135.097
Territorios pecuarios	1.047.614	717.271	777.177
Territorios agropecuarios	281.961	636.066	607.159
Bosques	474.504	502.791	557.511
Páramos	250.383	175.567	176.588
Suelo desnudo	19.193	11.800	10.694
Zonas húmedas	4.075	4.652	5.024
Cuerpos de agua	15.808	22.586	23.082
Sin información	27.048	163.019	59.773
TOTAL	2.408.936	2.408.936	2.408.936

3.3. Modelo de cobertura de la tierra para el año 2040

En general, durante los periodos analizados, los cambios observados no presentan patrones constantes que permitan inferir un comportamiento futuro a partir de las tasas de cambio identificadas en el análisis multitemporal, razón por la cual, la estimación de las coberturas de la tierra

esperadas para el año 2040 se determinaron a partir de un modelo basado en los supuestos descritos en el numeral 2.4 del presente documento.

En la figura 8 se presenta el modelo tendencial de la cobertura de la tierra estimada para el 2040 (escenario optimista sin efectos del cambio climático) y, en la figura 9 se ilustra el resultado del modelo para el mismo año, considerando el supuesto relacionado con el cambio climático.

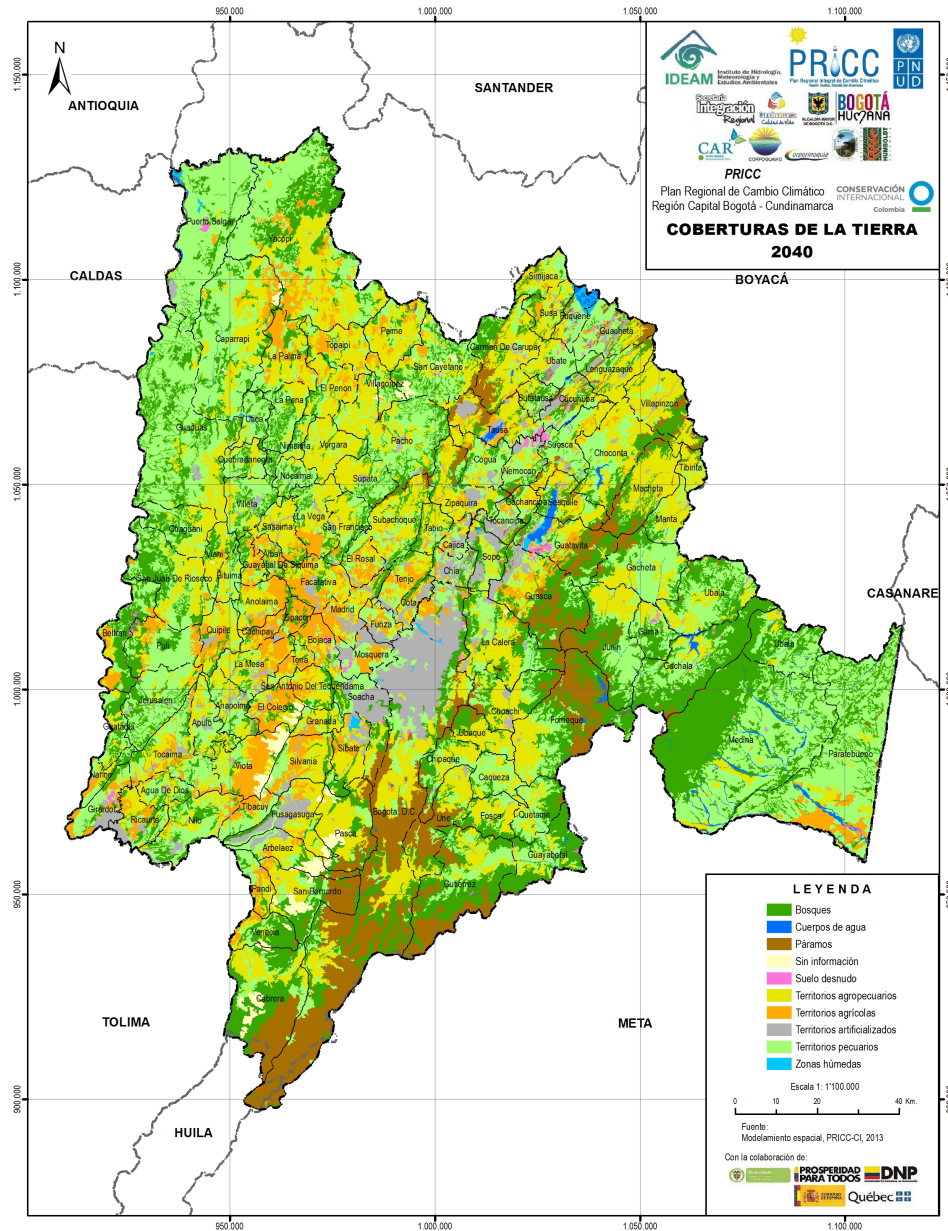


Figura 8. Cobertura estimada para el año 2040

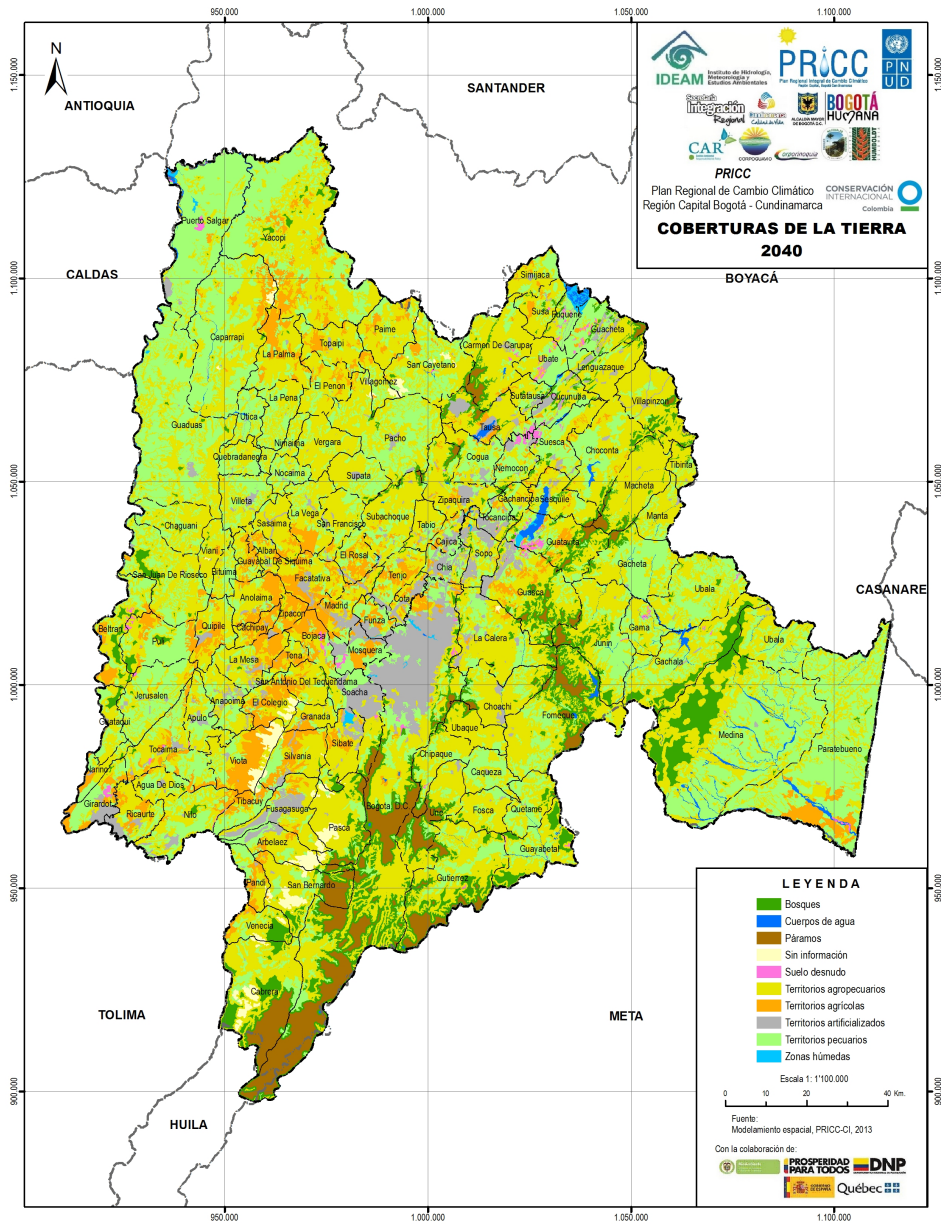


Figura 9. Cobertura estimada para el año 2040 considerando los efectos del cambio climático considerados en los supuestos

Al comparar las áreas de las categorías analizadas para los diferentes años, con las estimadas para el año 2040 (tabla 8), se puede apreciar que los mayores cambios están referidos a la expansión urbana que genera un incremento del 106% de superficie ocupada por la ciudad de Bogotá y los principales cascos urbanos de Cundinamarca (ver figura 8). Esto va a generar unas demandas de agua que podría aumentar la vulnerabilidad frente al CC en la región. Además del incremento de las áreas urbanas, se aprecia en la figura 8 un patrón de distribución espacial que empieza a evidenciar procesos de conurbación entre Bogotá y los municipios de Chía, Sopó, Cajicá y Zipaquirá hacia el norte y Soacha al sur.

Tabla 8. Áreas estimadas para la cobertura de la tierra en los años 1993, 2000, 2007 y 2040 con y sin efecto del cambio climático.

COBERTURAS DE LA TIERRA	PERIODO				
	1993	2000	2007	2040 sin CC	2040 con CC
Territorios artificializados	40.847	45.550	56.831	116.910	116.910
Territorios agrícolas	247.503	129.635	135.097	158.896	158.896
Territorios pecuarios	1.047.614	717.271	777.177	748.024	748.024
Territorios agropecuarios	281.961	636.066	607.159	587.031	1.083.268
Bosques	474.504	502.791	557.511	559.450	164.218
Páramos	250.383	175.567	176.588	181.196	80.191
Suelo desnudo	19.193	11.800	10.694	9.249	9.249
Zonas húmedas	4.075	4.652	5.024	4.743	4.743
Cuerpos de agua	15.808	22.586	23.082	22.817	22.817
Sin información	27.048	163.019	59.773	20.620	20.620
	2.408.936	2.408.936	2.408.936	2.408.936	2.408.936

De acuerdo con los análisis realizados, se pone en evidencia las serias consecuencias que el Cambio Climático puede generar en los ecosistemas de páramos y bosques por el retroceso que presentarán como consecuencia de la redistribución altitudinal estimada (IDEAM *et al*, 2002 e IDEAM *et al*, 2010). Si no existieran consecuencias ocasionados por el CC (ver figura 8 y tabla 8), la concentración de la población en los municipios de Chía, Sopó, Cajicá, Zipaquirá Soacha, Cota, Mosquera, Funza, Fusagasugá y la Calera, y la buena gestión sobre los ecosistemas estratégicos para la prestación de servicios ambientales (considerada en los supuestos), permitirían aumentar en un 0.34% los bosques y los páramos en un 2.61%. Sin embargo, considerando los efectos del cambio climático, a pesar de la buena gestión de páramos y áreas protegidas, se estima una drástica reducción de bosques y páramos en la región Bogotá – Cundinamarca, representada en un 70.5% de bosques y un 54.6% de páramos (Ver figura 9 y tabla 8).

La configuración espacial de la cobertura de la tierra en el año 2040, dependerá en general de la aplicación de políticas efectivas para la buena gestión de las áreas de páramos y bosques que constituyen los principales oferentes de servicios ecosistémicos de la región. El modelo presentado en la figura 8, corresponde a un escenario optimista en la gestión y suponiendo que no se presentan efectos como consecuencia del cambio climático en tanto que el modelo de la figura 9 mantiene el optimismo en la gestión y es pesimista frente a los efectos del CC. Sin embargo, podrían configurarse

otros escenarios a partir de otros supuestos que reflejen diversas tendencias traducidas en el aumento o disminución de la vulnerabilidad de la región Bogotá – Cundinamarca de acuerdo con las medidas que se establezcan desde ya para contrarrestar los efectos del cambio climático.

4. BIBLIOGRAFÍA

DANE, 2009. Metodología proyecciones de población y estudios demográficos. PPED. Dirección de censos y demografía. Bogotá.

Gobernación de Cundinamarca, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Unidad Regional de Planificación Agropecuaria, 2004. Mapa de uso actual y cobertura vegetal de los suelos del Departamento de Cundinamarca a escala 1:25.000 año 2002. Bogotá.

IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p.

IDEAM, Ministerio del Medio Ambiente y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2010. Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Colombia.

IDEAM, IGAC y CORMAGDALENA. 2008. Mapa de Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena-Cauca: Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi y Corporación Autónoma Regional del río Grande de La Magdalena. Bogotá, D.C., 200p. + 164 hojas cartográficas.

IDEAM, Ministerio del Medio Ambiente y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2002. Páramos y Ecosistemas Alto Andinos de Colombia en condición Hot Spot & Global Climatic Tensor. IDEAM – Colombia.

IPCC, 2012: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.

VIII. DOCUMENTO DEL ANÁLISIS DE EXPOSICIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO USANDO MODELACIÓN ECO-HIDROLÓGICA

Elaborado por: Conservación Internacional Colombia.

Ángela Andrade, Coordinadora Técnica

Leonardo Sáenz, Profesional Ecohidrólogo

Patricia Bejarano M., Profesional Urbano-Regional

Oscar Bonilla, Profesional Socio-Económico

Con el apoyo de:

José Ville Triana, Jairo Guerrero, Andrés Paez, Rocío Vega, Yolanda González

Tabla de contenido

1.	INTRODUCCIÓN.....	297
1.1	Principales mensajes asociados a la exposición de la región capital a cambios en los regímenes hidrológicos debido al cambio climático	297
1.2	Los vacíos de conocimiento e información existente y recomendaciones para el manejo de la información.....	301
2.	MÉTODOS.....	302
2.1	Definición área de estudio.	302
2.2	Línea base hidrológica	302
2.2.1	Validación caudales anuales modelados para dar una noción de incertidumbre	304
2.2	Hidrología para el escenario de cambio climático sobre el periodo 2040-2070.....	305
2.3	Índices de exposición producidos	305
2.3.1	Exposición por cambio en disponibilidad hídrica anual.	305
2.3.2	Exposición por cambio en disponibilidad hídrica mes seco.....	306
2.3.3	Índice de escasez anual	306
2.3.4	Índice de escasez mes seco	307
2.3.5	Índice de escasez sistema acueducto de Bogotá.....	307
2.3.6	Exposición a la desertificación	308
2.3.7	Exposición de terrenos agrícolas al cambio climático	308
2.3.8	Exposición de Bosques al cambio climático	308
2.3.9	Exposición de Páramos al cambio climático	308

2.3.10 Exposición a inundaciones	308
2.3.11 Exposición por cambios en la regulación hídrica	309
3. RESULTADOS	309
3.1. Exposición por cambios en calidad del agua.....	309
3.2 Exposición por cambio en disponibilidad hídrica mes seco.....	310
3.3 Índice de escasez anual.....	311
3.4 Índice de escasez mes seco	313
3.5 Índice de escasez sistema acueducto de Bogotá.....	314
3.6 Exposición a la desertificación	317
3.7 Exposición de terrenos agrícolas al cambio climático.....	318
3.8 Exposición de Bosques al cambio climático	319
3.9 Exposición de páramos al cambio climático.....	320
3.10 Exposición de otros ecosistemas.....	321
3.10 Exposición a inundaciones	326
3.11 Exposición por cambios en la regulación hídrica	327
3.12 Exposición por cambios en calidad de agua	328
4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	342

Lista de Tablas

Tabla 1. Número de estaciones disponibles para la zona de estudio	303
Tabla 2. Cambio en disponibilidad hídrica debido al cambio climático como un índice para cada uno de los ecosistemas de la región.....	325

Tabla de Figuras

Figura 1. Cambios en disponibilidad hídrica simulados usando los escenarios de cambio climático suministrados por el IDEAM.	299
Figura 2. Área de estudio. Departamento de Cundinamarca, Colombia.	302
Figura 3. Estaciones disponibles del IDEAM en área de estudio, según el catálogo del IDEAM.....	303
Figura 4. Desempeño FIESTA/WaterWorld, modelación caudales regionales en su promedio anual. La grafica muestra un buen desempeño del modelo representando un buen nivel de representación de procesos de simulación de caudal en la variada topografía del área de estudio.	304
Figura 5. Cambio en la disponibilidad hídrica anual. Representa un índice de -1 a 1 normalizando las diferencias totales en mm año ⁻¹ . Las zonas negras son cabeceras municipales.	310
Figura 6. Exposición por cambio en disponibilidad hídrica para el mes seco. Representa un índice de -1 a 1 normalizando las diferencias totales en mm mes ⁻¹ , para el mes de Enero, el cual presenta un régimen hidrológico más seco para las diferentes zonas hidrológicas de Cundinamarca. Las zonas negras son cabeceras municipales.	311

Figura 7. Índice de escasez anual. El mapa muestra las diferencias normalizadas entre la escasez simulada al año 2050 y aquella observada en el escenario base. Valores positivos (color rojo) indican aumentos en la escasez hídrica. Las zonas negras son cabeceras municipales.	312
Figura 8. Índice de escasez para mes seco. El mapa muestra las diferencias normalizadas entre la escasez simulada al año 2050 para el mes de Enero y aquella observada en el escenario base para el mes de Enero. Valores positivos indican aumentos en la escasez hídrica y negativos indican reducciones. Las zonas negras son cabeceras municipales.	313
Figura 9. Índice escasez sistema acueducto de Bogotá para la línea base. Las zonas negras son cabeceras municipales.	315
Figura 10. Índice escasez sistema acueducto de Bogotá escenario 2050. Las zonas negras son cabeceras municipales.	316
Figura 11. Índice escasez sistema acueducto de Bogotá diferencia baseline y escenario. Las zonas negras son cabeceras municipales.	317
Figura 12. Mapa de exposición a la desertificación por reducciones en disponibilidad hidrica en el mes seco debido al cambio climatico. Las zonas negras son cabeceras municipales.	318
Figura 13. Mapa de exposición de terrenos agricolas por reducciones o aumentos de disponibilidad hidrica debido al cambio climático. Las zonas negras son cabeceras municipales.	319
Figura 14. Mapa de exposición de bosques al cambio climático por cambios en condiciones de condensacion y frecuencia de neblina. Las zonas negras son cabeceras municipales.	320
Figura 15. Mapa de exposición de páramos por cambios en disponibilidad hidrica debido al cambio climático. Las zonas negras son cabeceras municipales.	321
Figura 16. Exposición de otros ecosistemas por cambios en disponibilidad hídrica debido al cambio climático. Las zonas negras son cabeceras municipales.	323
Figura 17. Mapa de exposición a inundaciones en el mes de Junio. Las zonas negras son cabeceras municipales.	326
Figura 18. Mapa de exposición a inundaciones en el mes de Octubre. Las zonas negras son cabeceras municipales.	327
Figura 19. Mapa de exposición por cambios en la regulación hídrica. Las zonas negras son cabeceras municipales.	328
Figura 20. Mapa de exposición por cambios en la calidad del agua. Las zonas negras son cabeceras municipales.	329

1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático podría producir impactos fuertes hidrológicos en el área del PRICC, impactos que podrían claramente exponer comunidades y ecosistemas a los impactos hidrológicos del cambio climático. Este reporte presenta los resultados de un análisis hidrológico sobre la exposición al cambio climático en la región y sus implicaciones sobre la disponibilidad de agua, sobre procesos de escasez hídrica, así como sobre aspectos relacionados a la exposición a desertificación, inundación, entre otros. También se explora la exposición de ecosistemas de bosque y paramos, así como de sistemas productivos agrícolas y otros ecosistemas, a cambios en disponibilidad hídrica o eco-sistémica debido al cambio climático.

5. 1.1 PRINCIPALES MENSAJES ASOCIADOS A LA EXPOSICIÓN DE LA REGIÓN CAPITAL A CAMBIOS EN LOS REGÍMENES HIDROLÓGICOS DEBIDO AL CAMBIO CLIMÁTICO

Sin embargo, la variabilidad de estos impactos es bastante amplia y hay definitivamente áreas donde estos son más acentuados. La alta complejidad topográfica, eco-sistémica y climática del área del PRICC podría explicar esta variabilidad.

Por ejemplo, podrían existir reducciones fuertes en la disponibilidad hídrica a lo largo de la Sabana de Bogotá, en municipios como Guacheta, Fuquene, Tausa; áreas como Facatativa, Subachoque y poblaciones como Cáqueza y Fomeque en la vertiente del Orinoco. Zonas como Guaduas, La Esperanza o Chaguaní en la vertiente del Magdalena podrían también ver reducciones importantes (Figura 1). Resalta también la disminución en disponibilidad hídrica en las zonas de media montaña de las vertientes que alimentan los embalses de Guavio y Chivor así como a lo largo de la cuenca del Río Negro (Aunque en las partes más altas de estas subcuencas en el Parque Nacional Natural Chingaza se pueden observar incrementos en disponibilidad hídrica) (Figura 1). Aunque la modelación hidrológica desarrollada solo conto con datos de entrada mensuales suministrados por el IDEAM, estos resultados comparan bien en términos de estacionalidad con aquellos presentados por Espejo (2013) que muestran el aumento en la mediana de los periodos de días secos para las zonas cercanas a las descritas en este estudio (Espejo, 2013, mapa 3).

En contraste, grandes aumentos en disponibilidad hídrica ocurren en la margen oriental del Parque Nacional Natural Chingaza y la parte oriental de Cundinamarca en proximidad a núcleos urbanos como Medina y Paratebuena (Figura 1). Además, fuertes aumentos ocurren en el páramo de Sumapaz. Incrementos igualmente ocurren en zonas de la vertiente de la Magdalena en proximidad centros urbanos como Fusa, y zonas elevadas entre Villeta y Guaduas y a largo de las estribaciones que ascienden hacia la sabana de Bogotá, algunos de estos aumentos fuertes y debidos a los controles topográficos que retienen humedad de la Magdalena que asciende hacia la Sabana de Bogotá y el altiplano Cundiboyasence (Figura 1). Nuevamente, aunque la modelación hidrológica desarrollada solo conto con datos de entrada mensuales suministrados por el IDEAM, estos resultados comparan bien en términos de estacionalidad con aquellos presentados por Espejo (2013) que muestran la reducción

en la mediana de los periodos de días secos para las zonas cercanas a las descritas en este estudio (Espejo, 2013, mapa 3).

Estos impactos hidrológicos localizados podrían exponer poblaciones humanas a procesos como incrementos en la frecuencia de incendios, o aumento de la susceptibilidad a procesos de sequias más marcadas en áreas con reducciones en disponibilidad hídrica. O por el contrario, exponer las poblaciones humanas a fenómenos de deslizamiento de tierra e inundaciones, especialmente en las estribaciones de los sistemas montañosos que ascienden hacia la Sabana de Bogotá, desde la Cuenca de la Magdalena, o en zonas de alto incremento en la disponibilidad hídrica en la vertiente de la Orinoquia.

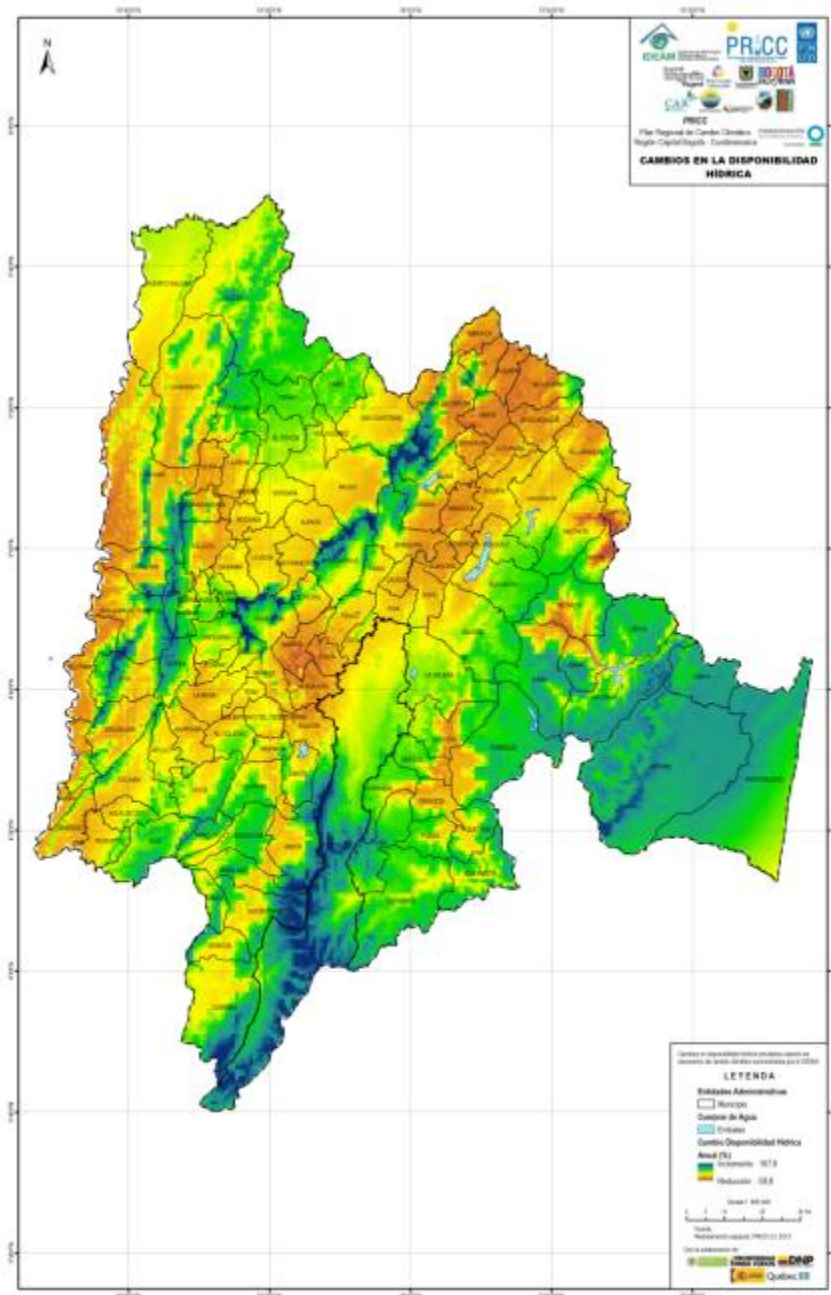


Figura 1. Cambios en disponibilidad hídrica simulados usando los escenarios de cambio climático suministrados por el IDEAM.

En general, la exposición a cambios hidrológicos inducidos por el cambio climático es bastante variable gracias a los fuertes controles eco-hidrológicos e hidro-climáticos en áreas de alta montaña y piedemonte como las que caracterizan la zona del PRICC tanto hacia la vertiente del Orinoco como la del Magdalena (Figura 1). Y aunque este estudio utilizó un procedimiento robusto de análisis eco-hidrológicos para escenarios de línea base y cambio climático, sus resultados deben usarse con cautela, particularmente hacia los extremos del Departamento hacia la cuenca de la Orinoquia y el Magdalena, donde la densidad estaciones usadas el análisis es menor. Sin embargo, el uso de procedimientos de modelación que incluyen controles eco-hidrológicos en áreas tropicales de

montaña como la corrección de la precipitación horizontal y la consideraciones procesos de intercepción de neblina, así como la validación del caudal modelado anual para un serie de estaciones con datos observados de buena calidad, y la cros validación para comparar áreas de mayor incertidumbre entre diferentes modelos de cambio climático, nos permiten recomendar los resultados para determinar con bastante certeza, la zonificación de áreas de mayor exposición al cambio climático en la región por cambios en disponibilidad hídrica y otros aspectos eco-hidrológicos asociados, como los cambios en la frecuencia de neblina. Esta información será usada por otros componentes del proyecto para determinar la vulnerabilidad, al incluirse la interacción con variables socioeconómicas no exploradas en este componente de exposición.

Sin embargo, se sugiere que los resultados obtenidos para el cálculo de vulnerabilidades se usen con cautela pues no se modeló en este estudio los procesos biofísicos que determinan fenómenos como la adaptabilidad de cultivos o la susceptibilidad a desertificación. Modelar estos procesos biofísicos estaba por fuera del proyecto y requieren un diseño experimental y juegos de datos más complejos que estaban por fuera del alcance de este estudio. Por lo tanto, La información resultante de la modelación hidrológica de los impactos del cambio climático, se puede usar para determinar aspectos de exposición pero no para determinar aspectos como la expansión de áreas desérticas o la variabilidad en el área de paramo, los cuales requieren de pasos adicionales de modelación eco-hidrológica y de una modelación exclusiva con técnicas que permitan la iteración y convergencia de thresholds que determinen el cambio en al áreas de los ecosistemas o especies (si se necesitara ese nivel de detalle). Sin embargo nuestros resultados son útiles para determinar cómo las zonas ya susceptibles a la desertificación podrían exponerse a un mayor o menor riesgo de desertificación por cambios hidrológicos consecuencia del cambio climático potencial.

6. 1.2 LOS VACÍOS DE CONOCIMIENTO E INFORMACIÓN EXISTENTE Y RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DE LA INFORMACIÓN

Los vacíos de conocimiento en este estudio tienen que ver con un análisis más detallado de los sesgos entre los datos históricos de estaciones usadas para la modelación y los históricos de las series para los modelos de cambio climático presentados por el IDEAM. A nuestro entender, los sesgos son mucho menores entre el histórico de los datos observados y el histórico de los modelos de cambio climático corregidos por el IDEAM, dado que se usó un método de corrección estadística de sesgos. Por ello, en nuestras comparaciones con otros datasets como Tabor and Williams, (2011) se observó cómo los métodos desarrollados por el IDEAM presentan menos sesgos en los puntos de las estaciones comparados con modelos de cambio climático disponibles para la zona con reducción de escala en las zonas de deltas pero que usaron datos globales en el cálculo de sesgos (Tabor and Williams, 2011). Sin embargo se necesita más tiempo para ahondar en estos análisis pues es importante para dar una noción de incertidumbre para futuros proyectos.

Sin embargo la validación de los caudales anuales regionales en este proyecto para estaciones de caudal suministrados por el IDEAM y el buen desempeño del modelo permiten generar confianza sobre las tendencias presentadas y los procedimientos utilizados para procesar datos y reducir incertidumbres en los resultados. Se recomienda mejorar aspectos como el entendimiento regional de los sesgos entre los datos históricos y los de los modelos GCMs bajados en escala, avanzando sobre las metodologías desarrolladas por el IDEAM y desarrolladas en este proyecto. Se sugiere usar ensambles de los modelos de cambio climático para los escenarios de emisiones a2 y b2, que mejor validen con relación a las variables observadas en las estaciones del IDEAM y usar dichos modelos en procesos de reducción a escala fina y posiblemente con los nuevos modelos de cambio climático de la evaluación AR5 - CIMP5, para comparación y perfeccionamiento entre evaluaciones.

Se deben desarrollar procedimientos específicos de modelación y verificación, si es posiblemente usando información de campo y sensores remotos, para entender mejor como aspectos como el cambio en área de fenómenos como la desertificación, fuegos, o los cambios en áreas de los ecosistemas de paramo, y sus especies, así como la adaptabilidad cultivos responden a los impactos hidrológicos del cambio climático.

Estas preguntas de investigación claramente responden a proyectos de investigación mucho más amplios en su base de análisis que los propuestos en este estudio. De nuevo, se señala que el estudio presentado en este informe se enfocó en la generación de índices de exposición al cambio climático por cambios en la hidrología del sistema. Sin embargo, dada las habilidades de modelación, se pudo cubrir aspectos como la posible vulnerabilidad de bosques de montaña en la zona por cambios en las condiciones de frecuencia de neblina atmosférica y cambios en la magnitud de los procesos de interceptación de neblina. Así mismo, se pudo generar una evaluación de índices de escasez y exposición por escasez hídrica de los municipios y de Bogotá en particular y su sistema de abastecimiento, así como de cambios en la exposición a inundaciones para distintos regímenes hidrológicos. Se hizo además un análisis de exposición por cambios en la regulación hídrica, el cual compara bien con los mapas presentados por Espejo (2003); y por cambios en la huella de agua que afecta la calidad del agua por efectos de degradación de ecosistemas proyectados al año 2050 y por incrementos en algunas áreas de escurrimientos superficiales que aumentan el transporte de sedimentos y contaminantes en el suelo.

2. MÉTODOS

Para desarrollar la actividad se cumplieron con las siguientes táreas:

2.1 DEFINICIÓN ÁREA DE ESTUDIO.

El área de estudio para este proyecto es el departamento de Cundinamarca y el Distrito Capital, los cuales se encuentran en la zona central de Colombia, con una topografía enmarcada por zonas muy altas y bajas; y una región central de altiplanicie (La Sabana de Bogotá y en general el altiplano Cundiboyacense) (Figura 2).

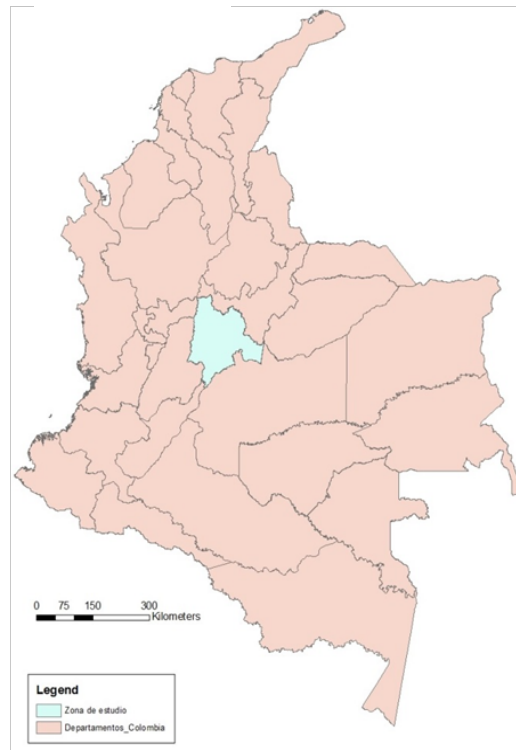


Figura 2. Área de estudio. Departamento de Cundinamarca, Colombia.

2.2 LÍNEA BASE HIDROLÓGICA

En el área de estudio se construyó una línea base hidrológica buscando sentar las bases de comparación con los resultados de simulaciones usando escenarios de cambio climático seleccionados. La línea base se construyó con información IDEAM a escala temporal mensual sobre el periodo de 1980 - 2010. El número de estaciones disponibles fue de 295 para las variables de precipitación, Temperatura (Máxima, Media, Mínima), humedad relativa y caudal (**Ver anexo 1**) (Figura 3). La Tabla 1 presenta el número estaciones por variable disponibles para el estudio.

Variable	Estaciones (#)
PPT	215
HR	81
TMX	33
TMN	35
TMEAN	83
CAUDAL	42
PT. ROCIO	79
NUBOSIDAD	78
T.VAPOR	79
VEL.VIENTO	12
B.SOLAR	46
EVAPORAC	53

Tabla 11. Número de estaciones disponibles para la zona de estudio

La información se evaluó por calidad de datos y comparo con otras evaluaciones para entender posibles áreas de incertidumbre (**Ver anexo 1**).

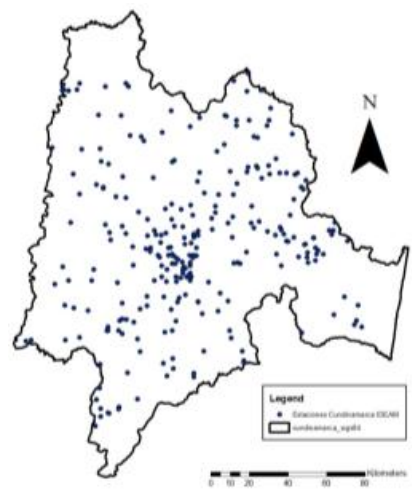


Figura 3. Estaciones disponibles del IDEAM en área de estudio, según el catálogo del IDEAM.

Con la información procesada se alimentó el modelo FIESTA/WaterWorld (Mulligan, 2012) el cual genera una hidrológica robusta superficial en áreas tropicales de montaña pues además incluye innovaciones en la determinación de controles eco-hidrológicos en estas regiones como la determinación de ganancias por interceptación de neblina, el efecto de la menor radiación solar en procesos de evaporación y los efectos de exposición del sistema a vientos, lluvia y neblina prevalentes (Mulligan, 2012).

7. 2.2.1 VALIDACIÓN CAUDALES ANUALES MODELADOS PARA DAR UNA NOCIÓN DE INCERTIDUMBRE

Una vez corrido el modelo, la validación demostró un buen ajuste de los caudales modelados para la línea base con relación a los observados para el promedio anual de la estaciones de Cundinamarca suministradas para el IDEAM. Menor desempeño del modelo se dio para áreas con baja representación de datos de precipitación hacia el noroeste, sur oeste y oriente (Ver Figura 3), pero el modelo se desempeñó bien para el subsecuente análisis de escenarios de cambio climático (Ver Figura 4). El buen desempeño del modelo da certeza sobre la determinación de áreas de exposición al cambio climático para los diferentes factores estudiados.

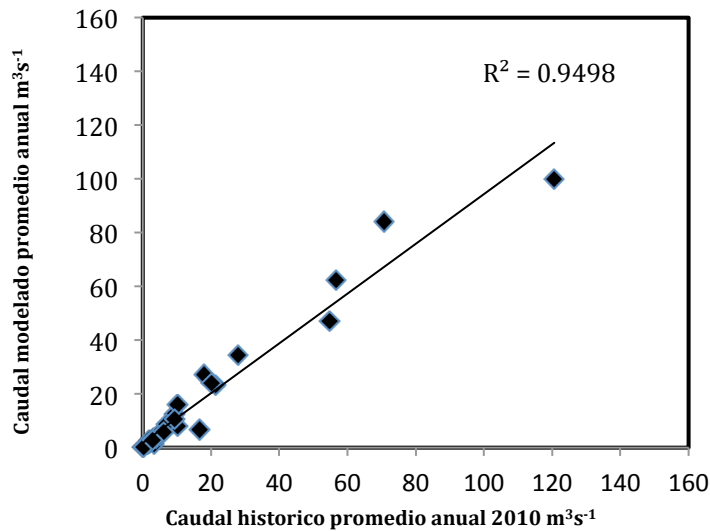


Figura 4. Desempeño FIESTA/WaterWorld, modelación caudales regionales en su promedio anual. La grafica muestra un buen desempeño del modelo representando un buen nivel de representación de procesos de simulación de caudal en la variada topografía del área de estudio.

8. 2.2 HIDROLOGÍA PARA EL ESCENARIO DE CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL PERIODO 2040-2070

Para producir la hidrología para un escenario futuro de cambio climático, se orientaron esfuerzos en el periodo 2041-2070 por tener correlación temporal con otros proyectos desarrollados por el PRICC sobre la noción de riesgo climático como el trabajo realizado por Grajales (2012).

Con una definición del periodo temporal de estudio, se solicitó información al IDEAM como reportada en Ruiz, M. J. F (2010). Los datos obtenidos correspondieron a un ensamble multimodelo para varios escenarios de cambio climático (Ver Tabla 2. En Ruiz, M. J. F (2010)) incluyendo modelos (GCM - Global Circulation Models) como CCM3, ECHAM4 and HadCM3 investigados para Colombia acorde a Ruiz, M. J. F (2010). Estos modelos globales fueron sometidos a un proceso de aumento en la escala espacial de los datos, dinámico y dinámico-estadístico (usando modelos climáticos regionales (RCMs) tales como PRECIS, GSM-MRI y WRF así como correlaciones estadísticas entre los datos de los GCMs en el histórico y los datos de observaciones disponibles desde el IDEAM (Ver Ruiz, M. J. F (2010)). Dichos procedimientos se emplearon para modelos globales GCMs para cada uno de los escenarios de emisiones a2 y b2 que, acorde a Ruiz, M. J. F (2010), reflejan la tendencia de emisiones hacia la cual la región Andina está evolucionando. Finalmente los escenarios a2 y b2 fueron promediados por el IDEAM para obtener el ensamble final para las variables de precipitación, temperatura (Máxima, Media y Mínima) y humedad relativa; usadas en el presente proyecto.

Dichas variables se interpolaron como se describe en el Anexo 1 y se procesaron mensualmente a una escala de más o menos 1km (1:100.000) para alimentar el modelo FIESTA/WaterWorld.

Los resultados se compararon con la línea base para generar una serie de índices que reflejan la exposición potencial al cambio climático debido por cambios en la eco-hidrológica.

9. 2.3 ÍNDICES DE EXPOSICIÓN PRODUCIDOS

Con los resultados de la simulación hidrológica se produjeron los siguientes índices (ver también Anexo 2 para una explicación de los metadatos):

10. 2.3.1 EXPOSICIÓN POR CAMBIO EN DISPONIBILIDAD HÍDRICA ANUAL.

El mapa toma las diferencias entre la disponibilidad hídrica (mm año^{-1}) producida para el año 2050 (como año de referencia usado en el periodo 2041-2070) con aquellas observadas en la línea base. Las diferencias son después normalizadas para producir un índice con valores de -1 a 1, con valores

negativos reflejando reducciones en la disponibilidad hídrica y valores positivos revelando incrementos (Ver sección 3 - resultados).

11. 2.3.2 EXPOSICIÓN POR CAMBIO EN DISPONIBILIDAD HÍDRICA MES SECO

Dado que la exposición a cambios por reducciones en disponibilidad hídrica es probable que sea menor en los meses secos, se revisó la estacionalidad y determinó que Enero es de los meses más secos en la región para todas las regiones hidrológicas (Vertiente de la Magdalena - Vertiente de la Orinoquía). El índice busca mostrar como la disponibilidad hídrica se ve afectada en este mes como un mecanismo de identificar poblaciones, sistemas productivos y ecosistemas probablemente mayores expuestos a reducciones en disponibilidad hídrica.

2.3.3 Índice de escasez anual

El índice de escasez es un índice que se usa para evaluar la disponibilidad hídrica con relación a la población y su demanda hídrica asociada. El índice se expresa como el radio entre la demanda y la oferta neta multiplicado por 100. Valores mayores a 50 relacionan áreas de alta escasez mientras que valores menores de 1 indican zonas sin problema de escasez (IDEAM, 2011).

La demanda hídrica por municipio se extrajo del estudio nacional del agua (IDEAM, 2011) para la línea base de demanda. Dicha demanda se extrapoló al año 2050 con información y tendencias de demanda suministradas por el informe nacional de agua (IDEAM, 2011), y con información y tendencias demográficas de población suministradas por DANE (DANE, 2009) (Ver Anexo 3).

Con la demanda al año 2050 y la oferta hídrica simulada con FIESTA/WaterWorld para el ensamble de escenarios de emisiones a2, b2 al año 2050 se recalculó este índice de escasez al año 2050.

Buscando darle precisión espacial a la determinación de la escasez se usó el dataset de población Landsat (Landsat, 2011) basado en información de luces nocturnas e interpolaciones espaciales de población basadas en censos y proyecciones de población más recientes como DANE (2009). El dataset fue comparado con el mapa de equipamientos urbanos presentado en el producto 3 de este proyecto, observándose un gran ajuste espacial lo que da confianza en el uso del datasets Landsat (2011).

12. 2.3.4 ÍNDICE DE ESCASEZ MES SECO

Similarmente al cambio en disponibilidad para el mes seco, se calculó el cambio en el índice de escasez para el mes seco buscando indicar la mayor exposición de la población estacionalmente dado que la demanda es similar pero la oferta ambientalmente menor.

13. 2.3.5 ÍNDICE DE ESCASEZ SISTEMA ACUEDUCTO DE BOGOTÁ

Dado que la demanda hídrica de la ciudad de Bogotá se traslada a su sistema de abastecimiento y de acueductos, la escasez entonces debe también trasladarse a dichos sistemas que son aquellos que realmente están bajo la presión de suplir agua a la ciudad y sus alrededores. Para esto la demanda de Bogotá acorde al informe nacional de agua (IDEAM, 2011) se distribuyó espacialmente a lo largo de las cuencas que surten de los embalses o cuerpos de agua del sistema como Chuza, Laguna Chingaza, Tomine, San Rafael, Sisga, Neusa y La Regadera. Las cuencas de estos sistemas de abastecimiento se obtuvieron del dataset de represas de Sáenz and Mulligan, 2013 y del trabajo de Sáenz, 2007. La información del suministro de cada cuerpo de agua o embalse al sistema de abastecimiento de Bogotá se extrajo de Saenz, 2007.

Dado que en el punto de toma de agua, la demanda se ejerce sobre cualquier unidad espacial en la cuenca (pues al punto de toma, no hay control sobre que secciones de la cuenca pueden estar sometidos a mayor presión), entonces la demanda se distribuye uniformemente sobre cada unidad espacial (para este caso +/- 1km²). La oferta por el contrario cambia por unidad espacial y varía altamente en zonas de montaña como lo captura la modelación usada. Por lo tanto la escasez también varía y aquellas zonas de las cuencas abastecedoras de menos oferta es probable que se encuentren bajo mayor presión/escasez.

El índice de escasez se calcula por lo tanto para la línea base (como se describe en el numeral 3) y el escenario de cambio climático al año 2050. La diferencia entre el índice al año 2050 y la línea base se usa como un indicador de cambio en la exposición al cambio climático por escasez hídrica.

El índice se calcula también para el mes seco buscando indicar como las comunidades humanas dependientes de dichos sistemas de abastecimiento se pueden ver más expuestas al cambio climático en la estación seca.

Dicho análisis no se pudo realizar para los otros centros poblados del área de estudio debido a falta de información de acueductos y cuencas abastecedoras.

14. 2.3.6 EXPOSICIÓN A LA DESERTIFICACIÓN

Usando el mapa de susceptibilidad a la desertificación presentado en la geo-database del proyecto (Ver informe del producto 4), se calculó un mapa de exposición a la desertificación debido al cambio climático. Se asumió como áreas expuestas a la desertificación por cambio climático, aquellas susceptibles a la desertificación con reducciones en la disponibilidad hídrica en el mes seco.

15. 2.3.7 EXPOSICIÓN DE TERRENOS AGRÍCOLAS AL CAMBIO CLIMÁTICO

Usando el mapa de terrenos agrícola presentado en la geo-database del proyecto (Ver informe del producto 4), se calculó un mapa de exposición de terrenos agrícolas al cambio climático por reducciones en la disponibilidad hídrica. Se asumió que áreas agrícolas sometidas a reducciones en la disponibilidad hídrica, van a tener una mayor exposición al cambio climático.

16. 2.3.8 EXPOSICIÓN DE BOSQUES AL CAMBIO CLIMÁTICO

Usando el mapa de la distribución de bosques presentado en la Geo-database (Ver informe del producto 4) se determinó que bosques podrían estar expuestos al cambio climático usando una definición hidro-climática. Los bosques de niebla son aquellos afectados por inmersión de nubes frecuente o persistente a nivel de terreno (Grubb, 1977; Mulligan, 2010). Mulligan, 2010, estudiando la extensión global de bosques de niebla, modeló y validó la presencia de bosques de niebla en lugares con una frecuencia de nubes superior al 75%. Por lo tanto, áreas de bosques con caídas en la frecuencia de niebla por debajo de un 75%, en este estudio, fueron consideradas expuestas y en cierto caso vulnerables al cambio climático. Cambios en otros sistemas de bosque como los secos y el bosque bajo de montaña también fueron notados.

17. 2.3.9 EXPOSICIÓN DE PÁRAMOS AL CAMBIO CLIMÁTICO

Dado que los Páramos son sistemas complejos donde se requiere mayor investigación en su definición hidro-climática el análisis de exposición se limitó a determinar aquellos Páramos en la línea base que podrían ver cambios en su disponibilidad hídrica como un indicador claro de exposición.

18. 2.3.10 EXPOSICIÓN A INUNDACIONES

Usando el mapa de susceptibilidad a inundaciones presentado en la Geo-database (Ver informe del producto 3) se determinaron las áreas de mayor riesgo por este fenómeno en el área de estudio. Un análisis topográfico de similaridad (Sáenz, 2007) permitió determinar que otras áreas en la región podrían tener condiciones similares topográficas a aquellas susceptibles a inundación reportadas en el producto 3. Finalmente se estudió cambios en la hidrología regional para establecer la variación en los

caudales estacionales (mensual). Con esta información se dió peso a las áreas susceptibles a inundación y áreas con aumento de caudales terminaron siendo más expuestas al cambio climático. Por lo tanto, se determinaron dos periodos de análisis. Junio, que presenta caudales altos para una condición de caudales mono modal hacia la vertiente del Orinoco. Y Octubre y Abril para una condición de caudales bimodal hacia la cuenca del Magdalena. Así, áreas susceptibles a inundación por incrementos en caudales se mapearon para la zona indistintamente del régimen hidrológico y la estacionalidad.

19. 2.3.11 EXPOSICIÓN POR CAMBIOS EN LA REGULACIÓN HÍDRICA

Usando los mapas mensuales de disponibilidad hídrica generados con FIESTA/WaterWorld para la línea base y el escenario de cambio climático (2050) se determinó la estacionalidad para ambos periodos. La diferencia entre los dos escenarios se asumió como un indicador de exposición al cambio climático por cambios en la regulación hídrica. La regulación se determinó usando el índice de Walsh and Lawler (1981) aplicado a la estacionalidad de la disponibilidad hídrica.

20. 3. RESULTADOS

21. 3.1. EXPOSICIÓN POR CAMBIOS EN CALIDAD DEL AGUA

Usando los mapas de cambio en coberturas entre el la línea base y el año 2050 presentados en la Geodatabase (Ver informe del producto 3) y el escenario de cambio climático (2050), que sugiere aumentos de disponibilidad en algunas de las áreas de Cundinamarca, se corrió el modelo FIESTA/WaterWorld para su indicador de huella humana de agua (áreas donde el agua puede estar contaminada por actividades humanas incluyendo la deforestación y por condiciones ambientales) y se determinó que áreas podrían estar más expuestas a reducciones en la calidad de agua, con implicaciones para las comunidades humanas y los costos de tratamiento.

El anterior mapa presenta el cambio en disponibilidad hídrica anual como un índice de -1 a 1, con valores negativos en color rojo indicando reducciones de disponibilidad hídrica (Figura 5). Poblaciones como Cáqueza y Fomeque presentan una disminución en la disponibilidad; así como la zona del Magdalena en poblaciones como Guaduas o Chaguaní. Por otro lado, las zonas en azul indican aumentos de disponibilidad hídrica, particularmente hacia la Orinoquia Colombiana en el municipio de Medina y algunas zonas elevadas en proximidad a Fusa, y entre Villeta y Guaduas.

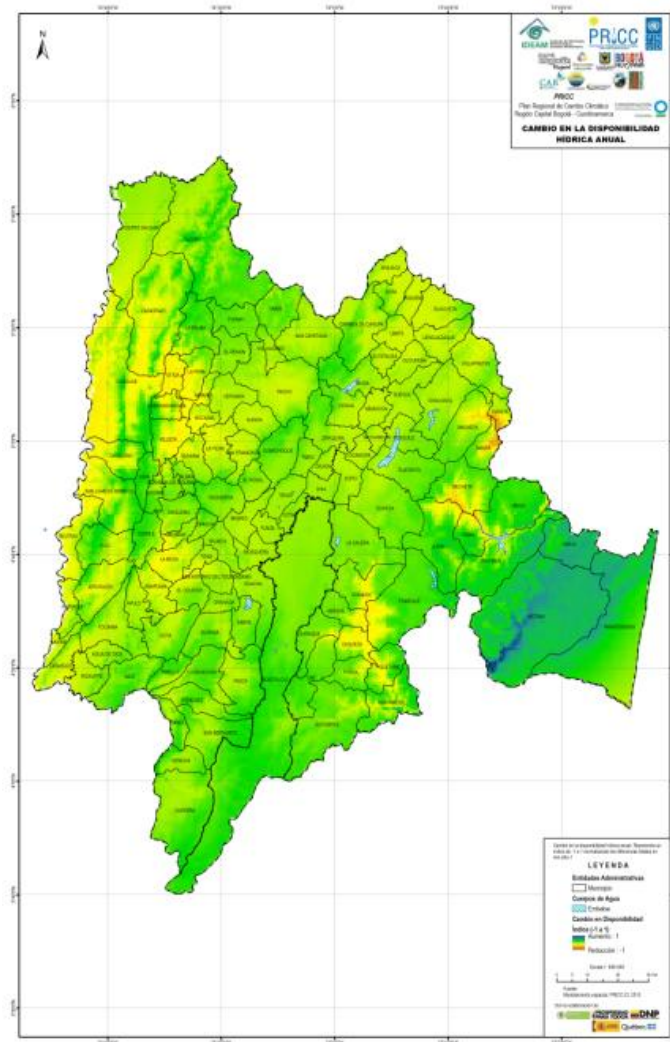


Figura 5. Cambio en la disponibilidad hídrica anual. Representa un índice de -1 a 1 normalizando las diferencias totales en mm año^{-1} . Las zonas negras son cabeceras municipales.

22. 3.2 EXPOSICIÓN POR CAMBIO EN DISPONIBILIDAD HÍDRICA MES SECO

El mapa de la figura 6, presenta el cambio en disponibilidad hídrica en el mes seco como un índice de -1 a 1, con valores negativos en rojo indicando reducciones de disponibilidad hídrica. El mapa muestra claramente diferencias más marcadas en comparación con el mapa anual. Se observa una disminución hacia el occidente de Cundinamarca; específicamente hacia la cuenca del Magdalena y un incremento hacia el oriente de Cundinamarca en la zona adyacente a la Orinoquia. Por otro lado poblaciones como Fusagasugá y Silvania van a presentar aumentos en la disponibilidad hídrica, así como algunas zonas elevadas en proximidad a Fusa, y entre Villeta y Guaduas.

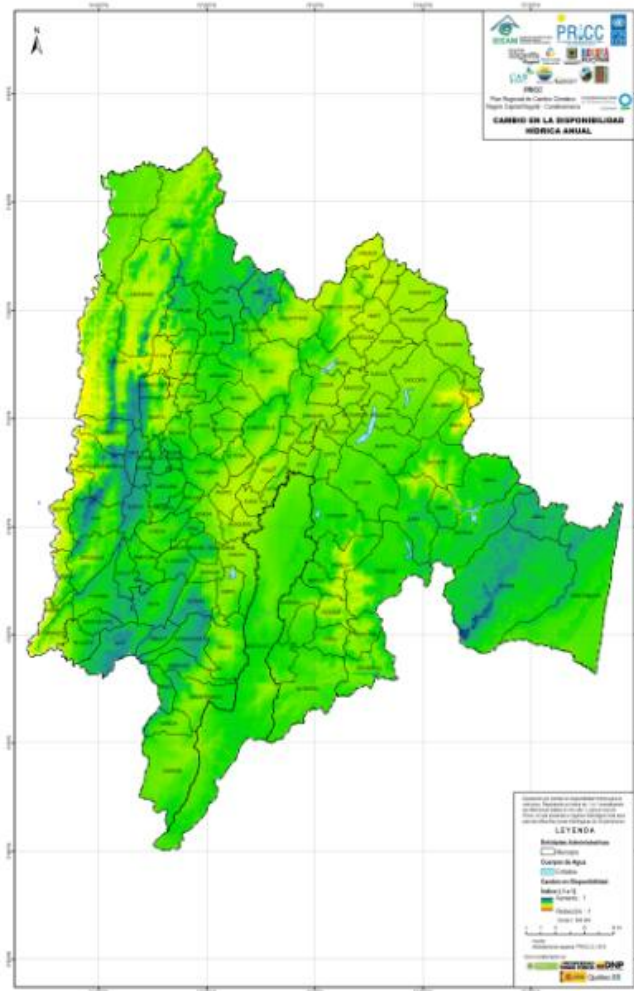


Figura 6. Exposición por cambio en disponibilidad hídrica para el mes seco. Representa un índice de -1 a 1 normalizando las diferencias totales en mm mes^{-1} , para el mes de Enero, el cual presenta un régimen hidrológico más seco para las diferentes zonas hidrológicas de Cundinamarca. Las zonas negras son cabeceras municipales.

23. 3.3 ÍNDICE DE ESCASEZ ANUAL

El mapa siguiente presenta el cambio en el índice de escasez anual entre la línea base y el 2050 (Figura 7). El índice se aplica sobre la demanda directa de las poblaciones de Cundinamarca usando el dataset Landsat, (2011). Esto permite dar mayor precisión de donde se produce la escasez ambiental del servicio. Sin embargo, esta escasez se debe trasladar a las cuencas abastecedoras, como se hizo y se muestra más adelante para el sistema de Bogotá, pero que no se pudo hacer para otras poblaciones de Cundinamarca debido a ausencia de datos de los acueductos regionales. Ahora, el indicador asume que la demanda ocurre en los centros poblados que es donde hay habitantes pero omite la ubicación espacial de demanda agrícolas debido a falta de claridad sobre la ubicación de los productos en particular así como de la demanda exacta del municipio que corresponde a dichas actividades (IDEAM, 2011).

El mapa muestra como la escasez es alta en centros poblados particularmente en Bogotá, indicando como la mayoría de agua de Bogotá se produce en otras zonas o mejor aún se exporta a Bogotá a desde otras zonas. Ahora dicha escasez aumenta especialmente en la sabana de Bogotá, como resultados de suaves reducciones en disponibilidad y marcados aumentos de demanda al año 2050 debido al incremento de la población.

Un análisis de que nivel de demanda de agua en Bogotá es cubierta desde la disponibilidad hídrica en su área urbana no está disponible y por lo tanto no se incluyó en esta evaluación.

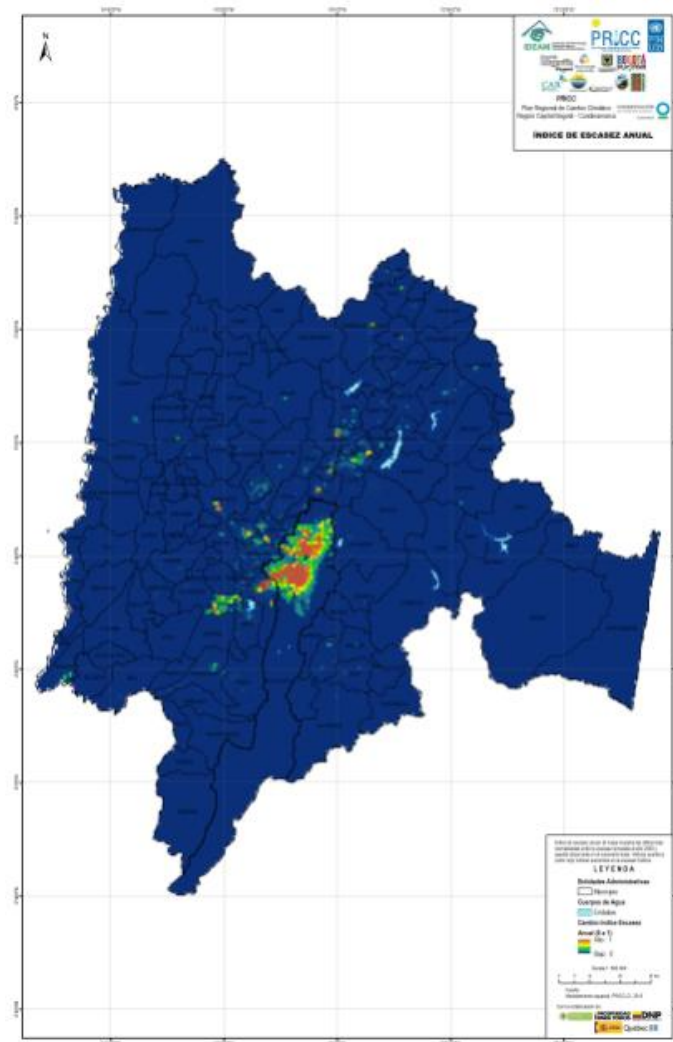


Figura 7. Índice de escasez anual. El mapa muestra las diferencias normalizadas entre la escasez simulada al año 2050 y aquella observada en el escenario base. Valores positivos (color rojo) indican aumentos en la escasez hídrica. Las zonas negras son cabeceras municipales.

24. 3.4 ÍNDICE DE ESCASEZ MES SECO

El mes seco se usó como un indicador de cómo reducciones en oferta hídrica por cambio climático, así como por los incrementos de demanda por aumentos de población, podrían aumentar la exposición tanto las comunidades humanas así como sistemas productivos al cambio climático. Aumentos en escasez en el mes seco se ven en muchas cabeceras de municipios pero en algunas zonas *aisladas* (píxeles con azul tenue) de los municipios de El Rosal, Tenjo y Fómeque se pueden observar algunas reducciones de escasez (mas disponibilidad hídrica asociada reducciones en demanda por reducciones en población, que migra de estos centros urbanos a mayores centros urbanos como Bogotá) (Figura 8).

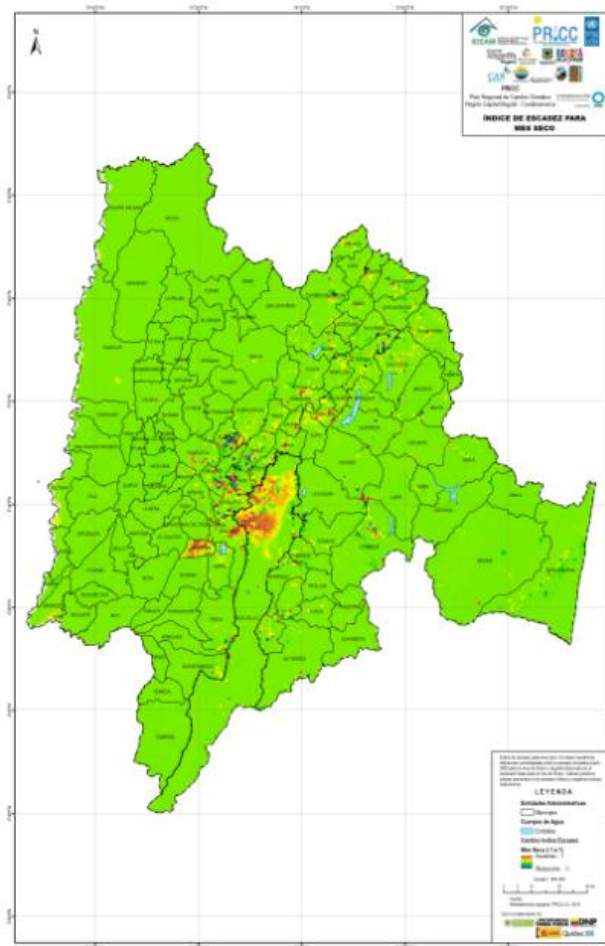


Figura 8. Índice de escasez para mes seco. El mapa muestra las diferencias normalizadas entre la escasez simulada al año 2050 para el mes de Enero y aquella observada en el escenario base para el mes de Enero. Valores positivos indican aumentos en la escasez hídrica y negativos indican reducciones. Las zonas negras son cabeceras municipales.

25. 3.5 ÍNDICE DE ESCASEZ SISTEMA ACUEDUCTO DE BOGOTÁ

El siguiente mapa muestra que la demanda de Bogotá se traslada a las cuencas del sistema (Ver Figura 9). Como resultado, la demanda es próxima a la oferta en algunas cuencas del sistema. Bogotá se resalta con una grilla que permite ilustrar su escasez potencial si no hubiera embalses.

Se puede ver como la escasez de Bogotá, se suple significativamente de embalses como Chingaza y Chuza, en los cuales, si la demanda de Bogotá se trasladara directamente por unidad de área, habría zonas en estas cuencas con alta escasez. Esto tiene sentido pues gran parte del gasto que sale de estas cuencas va directamente a suplir el acueducto de Bogotá. Contrariamente, Tomine tiene mucha más oferta comparada con el gasto que suple al acueducto. Mientras que Sisga, Neusa y Regadera tienen valores intermedios.

Si la demanda de agua de Bogotá al 2050 se traslada a las cuencas del sistema se tendría el siguiente panorama (Ver Figura 10). La demanda al 2050 superaría la oferta del sistema conjunto. La oferta actual está alrededor de $22 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ desde estos sistemas mientras que la demanda está cerca de $14 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, lo que es que la demanda representa cerca del 65% de la oferta. En el 2050 la demanda podría ser de un 102% de la oferta de este sistema de embalses, teniendo en cuenta las ganancias hídricas del sistema Chingaza, como las caídas leves en los embalses de la Sabana. Sin embargo se ve como la mayor escasez (mayor demanda desde estos sistemas de embalses y cuencas abastecedoras) se resalta en los embalses que drenan de Chingaza. Aunque la escasez aumenta en todos los embalses incluso en Tominé.

Finalmente la diferencia en escasez se presenta en la Figura 11. Se observa como esencialmente la escasez aumenta en todos los embalses que alimentan el sistema de Bogotá, mas notablemente en aquellos que drenan de Chingaza y el embalse del Sisga. Se observa también aumentos de escasez en el sistema de San Rafael. Futuros estudios deben desarrollar este tipo de análisis en otros centros poblados del departamento para observar que ecosistemas clave están cubriendo las demandas de agua de estos sistemas de abastecimiento.

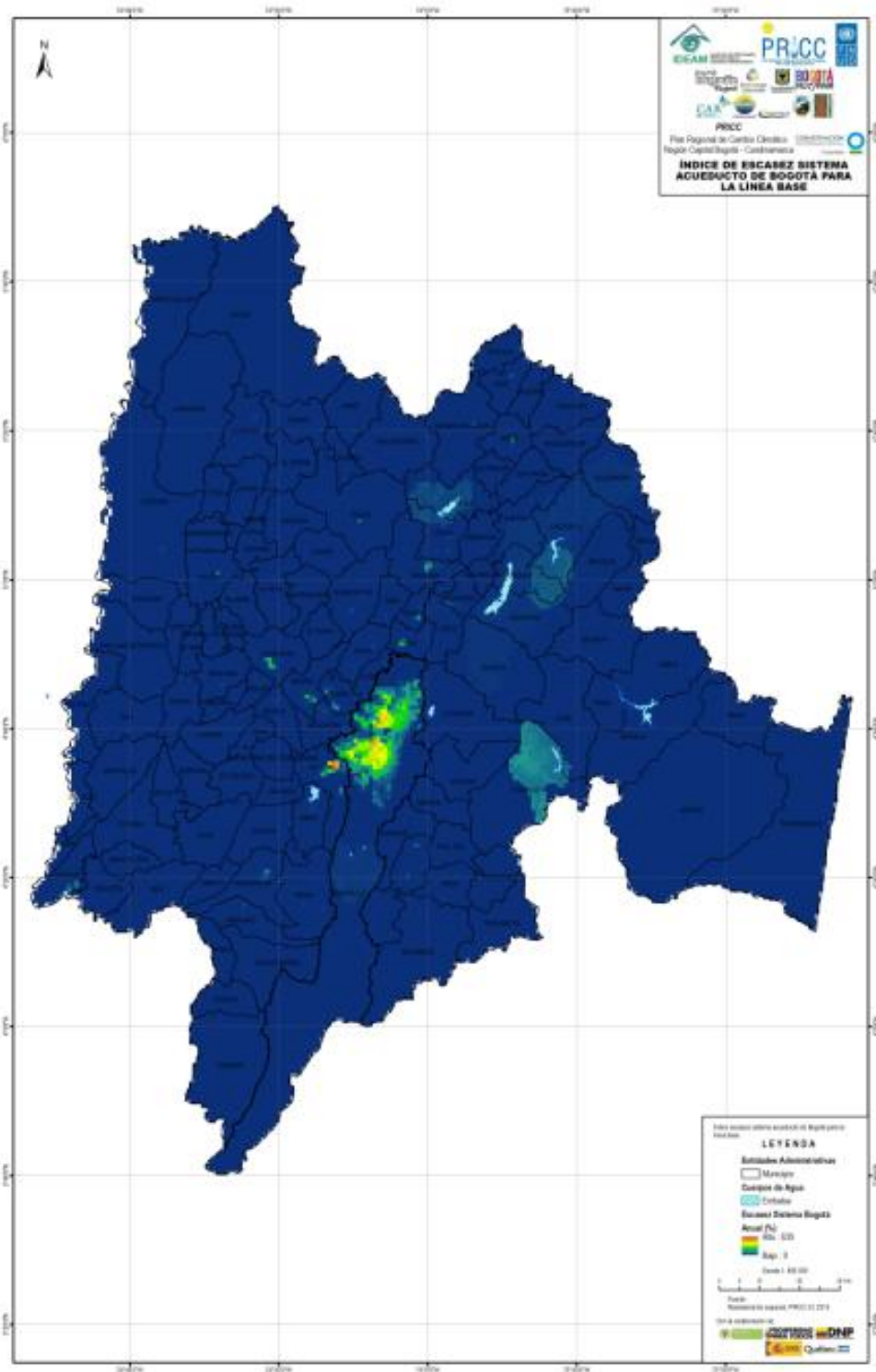


Figura 9. Índice escasez sistema acueducto de Bogotá para la línea base. Las zonas negras son cabeceras municipales.

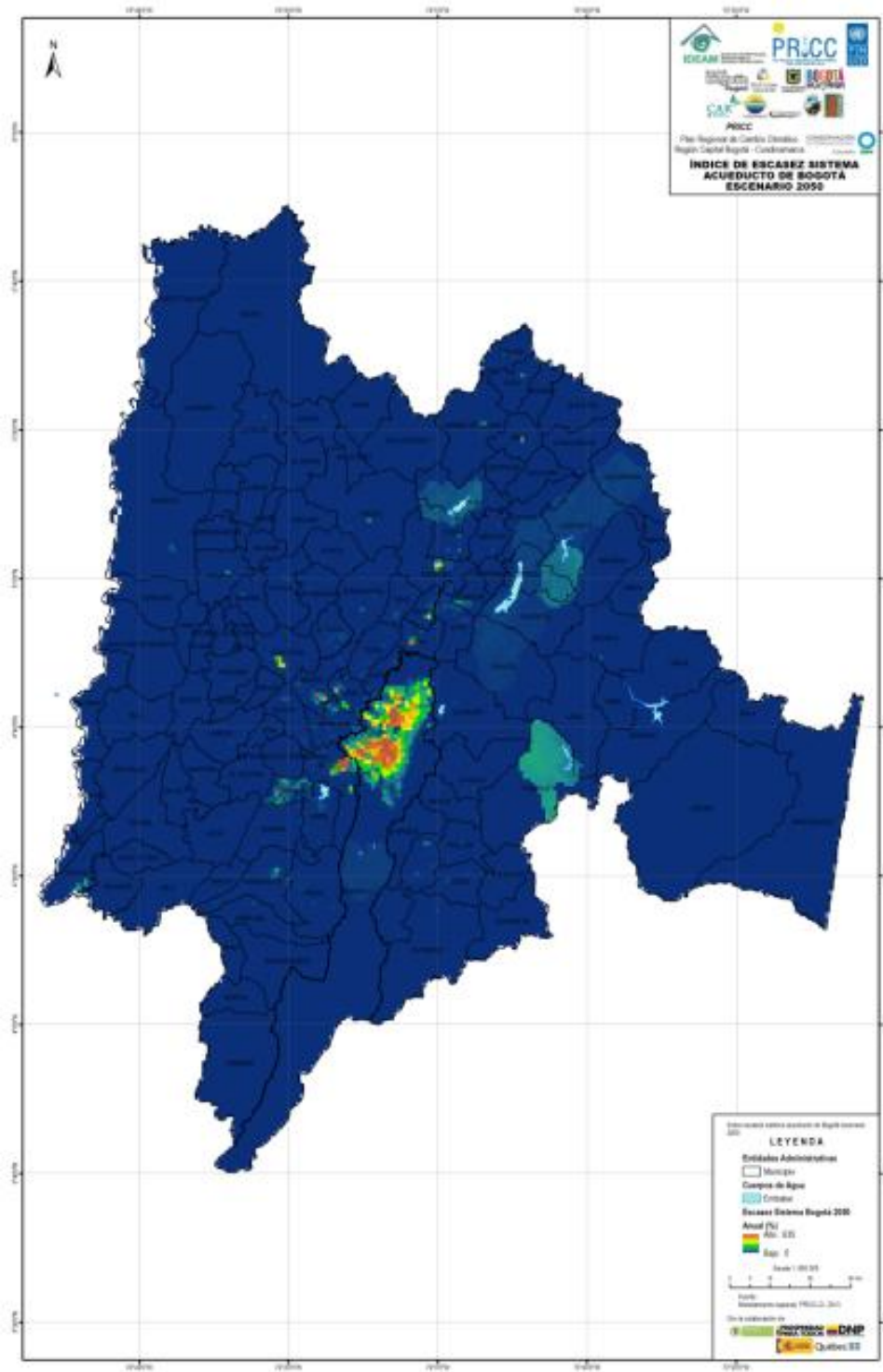


Figura 10. Índice escasez sistema acueducto de Bogotá escenario 2050. Las zonas negras son cabeceras municipales.

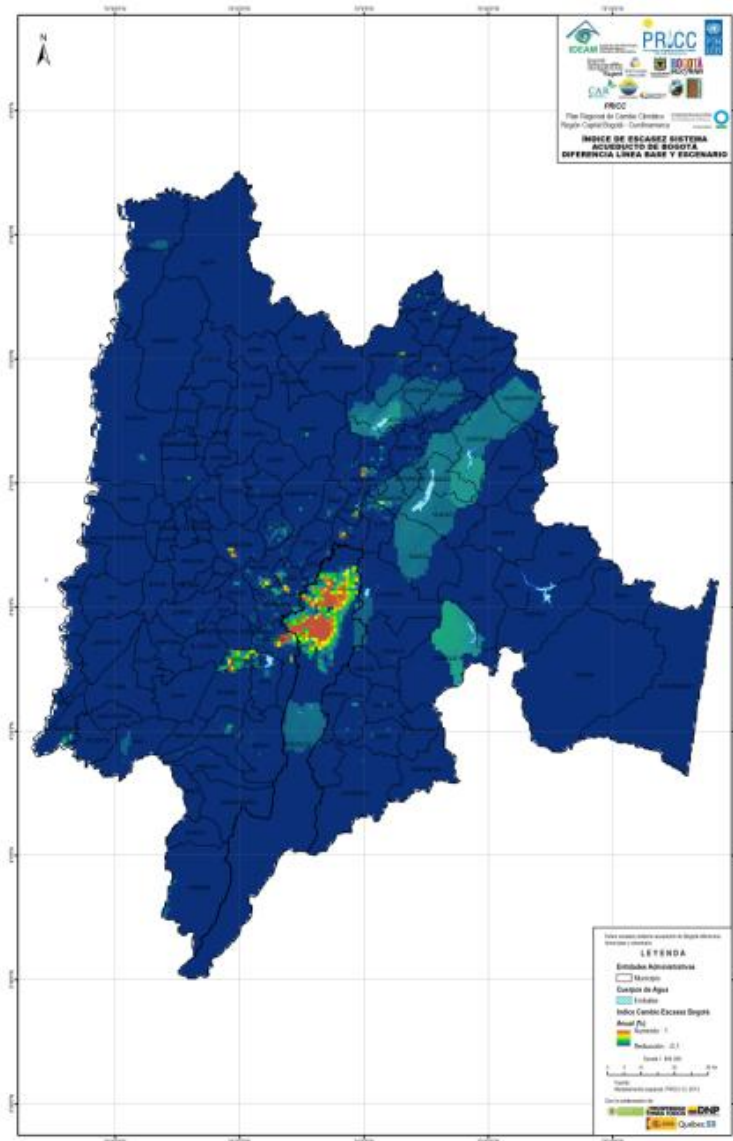


Figura 11. Índice escasez sistema acueducto de Bogotá diferencia baseline y escenario. Las zonas negras son cabeceras municipales.

26. 3.6 EXPOSICIÓN A LA DESERTIFICACIÓN

El siguiente mapa (Ver Figura 12) presenta cambios en disponibilidad hídrica en áreas susceptibles a desertificación. Los valores negativos (en rojo) muestran áreas de incremento en exposición a la desertificación por cambio climático debido a reducciones en disponibilidad hídrica en el mes seco. Poblaciones como Villeta, Guaduas y Útica resultarán afectadas dada la tendencia al incremento en la exposición a la desertificación hacia estas zonas de la cuenca del Magdalena. En la sabana de Bogotá, algunas zonas presentara caídas leves de disponibilidad hídrica (rojizos tenues) lo que aumenta levemente su exposición a desertificación debido al cambio climático.

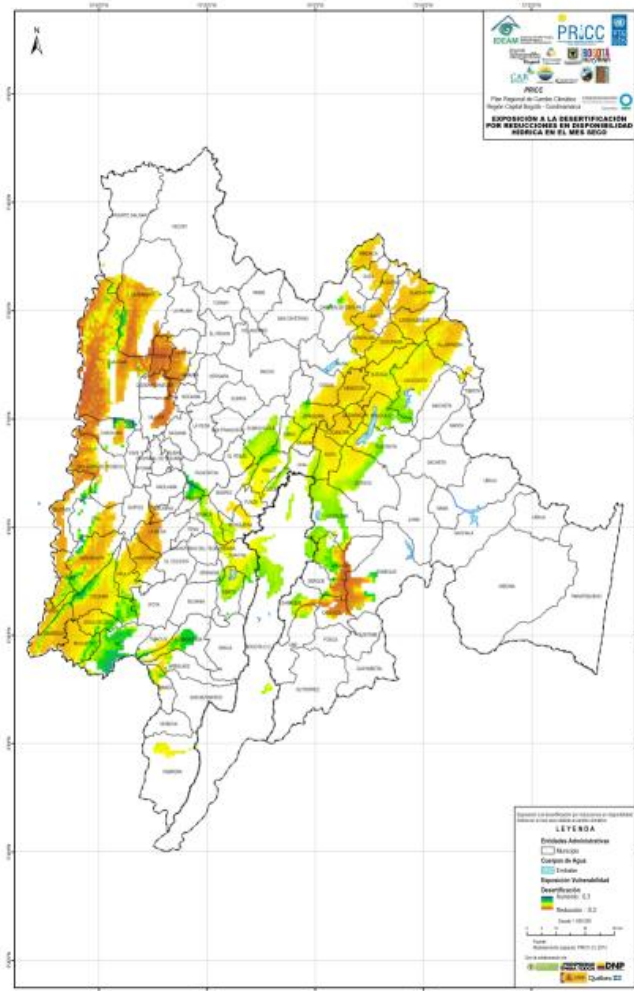


Figura 12. Mapa de exposición a la desertificación por reducciones en disponibilidad hídrica en el mes seco debido al cambio climático. Las zonas negras son cabeceras municipales.

3.7 Exposición de terrenos agrícolas al cambio climático

La Figura 13 presenta cambios en disponibilidad hídrica en terrenos agrícolas. Cambios negativos muestran áreas de incremento en vulnerabilidad. Municipios como Manta y Tibirita al nororiente de Cundinamarca y Guaduas al occidente tendrán un incremento en la vulnerabilidad. Se puede observar como áreas de cuencas como el Guavio y el Negro se van a ver afectadas así como algunas zonas drenando a Chivor.

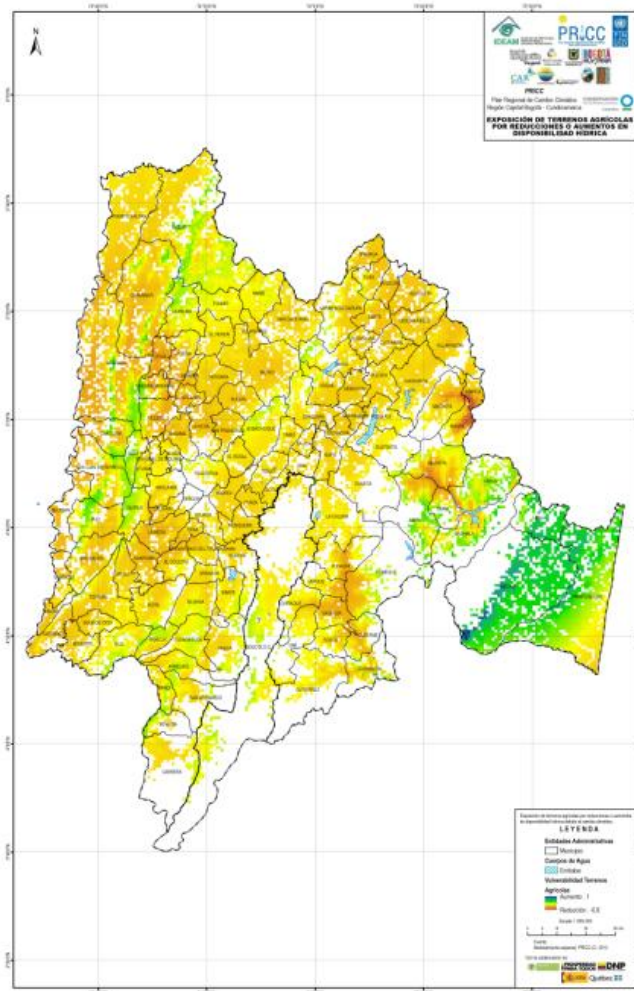


Figura 13. Mapa de exposición de terrenos agrícolas por reducciones o aumentos de disponibilidad hídrica debido al cambio climático. Las zonas negras son cabeceras municipales.

27. 3.8 EXPOSICIÓN DE BOSQUES AL CAMBIO CLIMÁTICO

La figura 14 muestra como algunos bosques (aunque bastante fragmentados) en partes altas de piedemonte, alrededor de los 800 msnm (ejemplo, alrededores del cerro la Macarena), verían reducidas, en el año 2050, las frecuencias de nubosidad y condensación simulada para la línea base, lo que hará de estos bosques unos sistemas hidro-climaticamente distintos a los encontrados en la actualidad. Esto hace estos bosques más expuestos y ciertamente vulnerables al cambio climático. Aunque, como se mencionó, son sistemas bastante fragmentados así que su recuperación debe ser clave para mitigar la mayor vulnerabilidad que presume el cambio climático. Las zonas que se muestran con más vulnerabilidad están hacia la cuenca del Magdalena. De otro lado, los bosques bajos de montaña en zonas como Caparrapi, la Aguada y la Palma podrían presentar aumento en condiciones de condensación y frecuencia de neblina, haciéndolos levemente más húmedos y por esto, ecosistemas potencialmente distintos hidro-climaticamente.

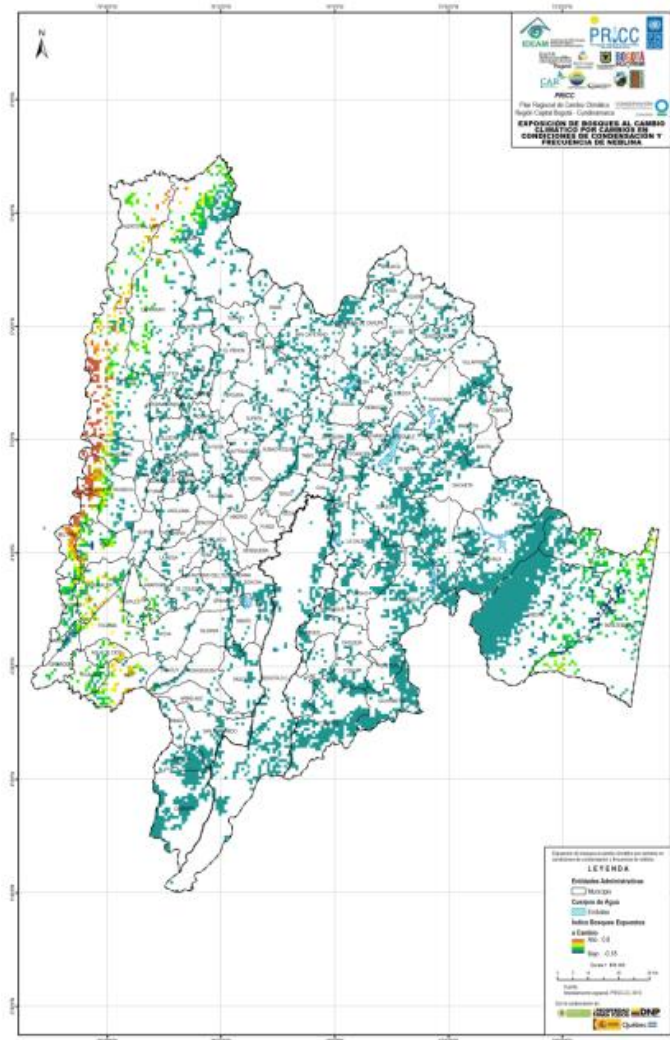


Figura 14. Mapa de exposición de bosques al cambio climático por cambios en condiciones de condensación y frecuencia de neblina. Las zonas negras son cabeceras municipales.

28. 3.9 EXPOSICIÓN DE PÁRAMOS AL CAMBIO CLIMÁTICO

Los páramos no presentan, a este nivel de detalle, cambios en sus condiciones de condensación o frecuencia de neblina por lo que no podemos hacer aseveraciones sobre lo que el cambio climático traerá sobre estos ecosistemas, a menos que se haga un análisis exclusivo y robusto hidroclimático y ecológico sobre estos ecosistemas con aspectos de verificación y validación en campo. Sin embargo dichos ecosistemas se van a ver expuestos a cambios en disponibilidad hídrica. Por ello, se decidió mapear los cambios en disponibilidad hídrica en dichos sistemas. Reducciones en disponibilidad hídrica se asumieron indicadores de mayor exposición tanto de los ecosistemas como de las poblaciones humanas que dependen de sus funciones hidrológicas (Figura 15).

Sin embargo, la mayoría de los cambios simulados al año 2050 son aumentos de disponibilidad, leves en Chingaza y significativos en Sumapaz. Aunque se ven reducciones de disponibilidad leves en pixeles

aislados en proximidad/o en algunas zonas de Guasca, hacia las fincas/zonas de la Lagunita y La Chorrera (visualmente identificadas como lugares en Google Earth).

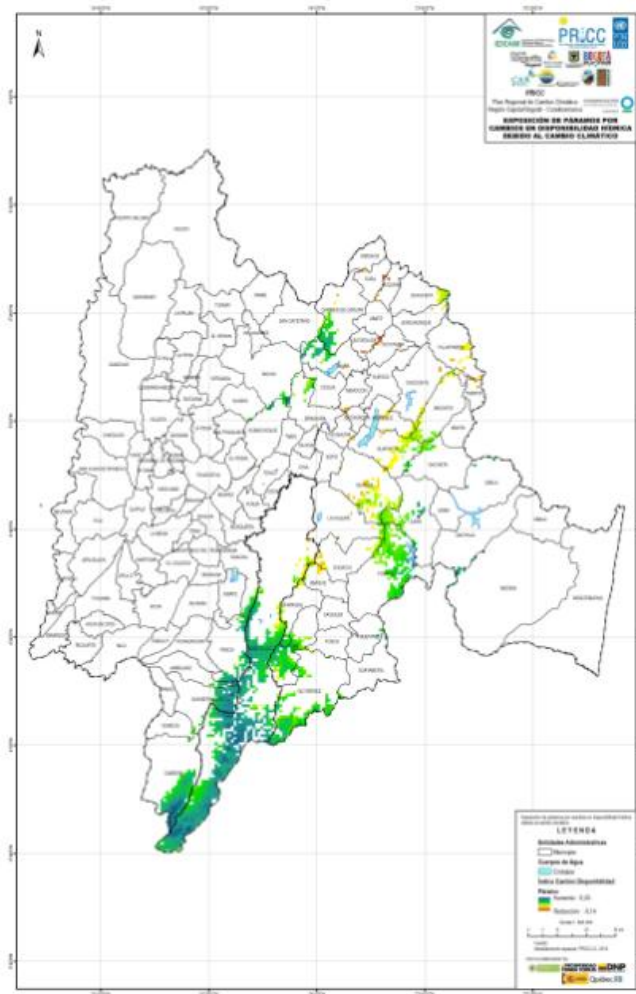


Figura 15. Mapa de exposición de páramos por cambios en disponibilidad hídrica debido al cambio climático. Las zonas negras son cabeceras municipales.

29. 3.10 EXPOSICIÓN DE OTROS ECOSISTEMAS

El ecosistema de bosques húmedos sub-andinos (14a) presenta el mayor cambio positivo en el índice de disponibilidad hídrica (azul), siendo este fuertemente marcado en la zona más próxima a la Orinoquia Colombiana en el piedemonte llanero, el segundo ecosistema que presenta mayor cambio positivo es el de sabanas de la altillanura arenosa guayanesa (37) el cual es una zona muy pequeña ubicada en el oriente de Cundinamarca. Por otro lado, el ecosistema de BAD planicie del piedemonte llanero (2d) ubicado también en la zona del piedemonte llanero presenta el tercer mayor cambio positivo en disponibilidad hídrica. El cuarto mayor cambio positivo en la disponibilidad hídrica lo presenta el ecosistema de sabanas inundables de la llanura eólica (40) el cual está en la zona de la

Orinoquia Colombiana. Como se puede observar los mayores cambios positivos en la disponibilidad hídrica para ecosistemas se presentan en la zona del piedemonte llanero y la zona de la Orinoquia Colombiana (oriente de Cundinamarca) (Figura 16).

Por otro lado las mayores pérdidas en disponibilidad hídrica se van a dar en los ecosistemas BMD caducifolios de las planicies disectadas y colinas (8), bosques húmedos sub-andinos (14b), el ecosistema humedales y pantanos del altiplano (17c) y matorrales xerofíticos andinos y alto-andinos (17a) (Figura 16). El primer ecosistema se encuentra en zona hacia el Valle del Magdalena (occidente de Cundinamarca) y tiene un promedio de pérdida en el índice de disponibilidad hídrica de -0.1416. El segundo ecosistema con mayor promedio en pérdida de disponibilidad hídrica se encuentra en la proximidad del valle del Magdalena al occidente de Cundinamarca. El ecosistema que se encuentra con el tercer mayor índice promedio de pérdida en disponibilidad hídrica se encuentra ubicado al norte de Cundinamarca; al occidente y parte hacia el norte de Bogotá dentro de la zona del altiplano Cundiboyacense. Es un ecosistema el cual no presenta mucha área de incidencia en Cundinamarca. El Cuarto ecosistema con posibles reducciones en disponibilidad hídrica se encuentra en la zona norte del altiplano Cundiboyacense y una pequeña zona en el centro de este exactamente al lado occidental de la ciudad de Bogotá.

CODIGO	BIOMA	ECOSISTEMA	VEGETACIÓN (Géneros representativos) ESPECIES DIAGNÓSTICAS	REGIÓN	PROMEDIO DISPONIBILIDAD HÍDRICA
8	Bosques y arbustales secos	BMD caducifolios de las planicies disectadas y colinas	Trichilia, Capparis, Bauhinia, Machaerium	CARIBE	-0.14164
14b	Bosques Húmedos	Bosques Húmedos Sub-andinos		ANDINA	-0.10236
17c	Bosques Húmedos	Humedales y pantanos del Altiplano	Juncus, Alnus	ANDINA	-0.09907
17a	Bosques Húmedos	Matorrales xerofíticos Andinos y Alto-andinos	Dodonea, Opuntia, Caesalpinia	ANDINA	-0.07502
3m	Bosques Húmedos Tropicales	BAD de las terrazas antiguas de los grandes ríos	Hymenaea, Cariniana, Cochlospermum	MAGDALENA	-0.07376
1m	Bosques Húmedos Tropicales	BAD de las Terrazas	Anacardium, Ceiba, Pseudosamanea, Maclura	AMAZONIA	-0.06099
15b	Bosques Secos intrazonales	BBD secos andinos	Jacaranda, DINDE, ..	ANDINA	-0.04308
42	Helobiomias	BAD de las llanuras de inundación de ríos andinos (aguas blancas)	Theobroma, Oxandra, Iriarteia, Mauritia	AMAZONIA	-0.04250
48b	Helobiomias	BMA aluviales y vegetación en pantanos y ciénagas	Eichhornia, Erythrina, Pachira, Trichilia, Montrichardia, Pistia	CARIBE	-0.03961
17b	Bosques Húmedos	BMD del Altiplano Cundiboyacense	Valea, Alnus, Myric, Juglans	ANDINA	-0.03043
18b	Bosques Húmedos	BBD Alto-andinos sub-húmedos		ANDINA	-0.02617
16c	Bosques Húmedos	BMD Húmedos Andinos		ANDINA	-0.02612
18c	Bosques Húmedos azonales	BMD Andinos y Alto-andinos de Roble	Quercus, Billia, Myrsine, Clusia	ANDINA	-0.00522

	(pedobiomas)				
18a2	Bosques Húmedos	BBD Alto-andinos Húmedos y de Niebla		ANDINA	0.03666
20	Páramos y arbustales	Páramos Secos	Espeletia, Calamagrostis	ANDINA	0.03949
16a	Bosques Húmedos	BMD Húmedos Andinos	Ocotea, Cinchona, Ceroxylon	ANDINA	0.11519
19a	Páramos y arbustales	Páramos Húmedos		ANDINA	0.12020
40	Sabanas y arbustales azonales (pedobiomas)	Sabanas inundables de la llanura eólica	Andropogon, Mesosetum	ORINOQUIA	0.19050
2d	Bosques Húmedos Tropicales	BAD Planicie del Piedemonte Llanero	Manilkara, Hymenaea, Pseudolmedia	ORINOQUIA	0.28633
37	Sabanas y arbustales azonales (pedobiomas)	Sabanas de la Altillanura Arenosa Guayanesa	Trachypogon, Leptocoryphium, Bulbostylis	ORINOQUIA	0.31038
14a	Bosques Húmedos	Bosques Húmedos Sub-andinos	Cedrela, Dendropanax,	ANDINA	0.43757

Tabla 12. Cambio en disponibilidad hídrica debido al cambio climático como un índice para cada uno de los ecosistemas de la región.

La tabla anterior muestra el valor promedio de disponibilidad hídrica en los 21 ecosistemas identificados en la zona de estudio.

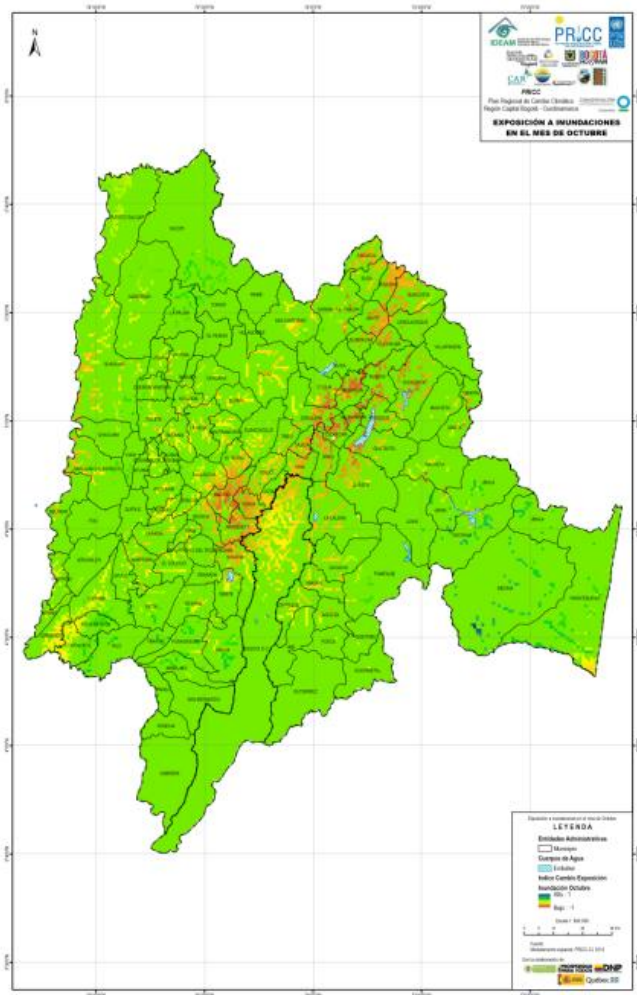


Figura 18. Mapa de exposición a inundaciones en el mes de Octubre. Las zonas negras son cabeceras municipales.

31. 3.11 EXPOSICIÓN POR CAMBIOS EN LA REGULACIÓN HÍDRICA

El cambio climático supone concentración de la disponibilidad hídrica hacia las zonas de la Orinoquia y algunas zonas aisladas hacia la vertiente de la Magdalena. Este fenómeno se observa también en algunas áreas de piedemonte sobre la vertiente del Orinoco y en algunas partes hacia el norte de la sabana, alrededor del embalse del Tomine y Sigsa (Figura 19). Dicho fenómeno compara bien con lo presentado por Espejo (2013).

Por el contrario, la estacionalidad se reduce hacia la Magdalena, lo que puede significar un aumento de la concentración de lluvias en su distribución bi modal y en algunas zonas una reducción de la estacionalidad por una homogenización (aumento) de las precipitaciones o reducción de días secos a lo largo del año, en algunas zonas de la vertiente como se observa también en los mapas de Espejo (2013).

Un análisis más detallado de reducción de la estacionalidad en zonas expuestas a reducción de disponibilidad hídrica debe realizarse en futuros proyectos pero se escapa el alcance de este componente y reporte.

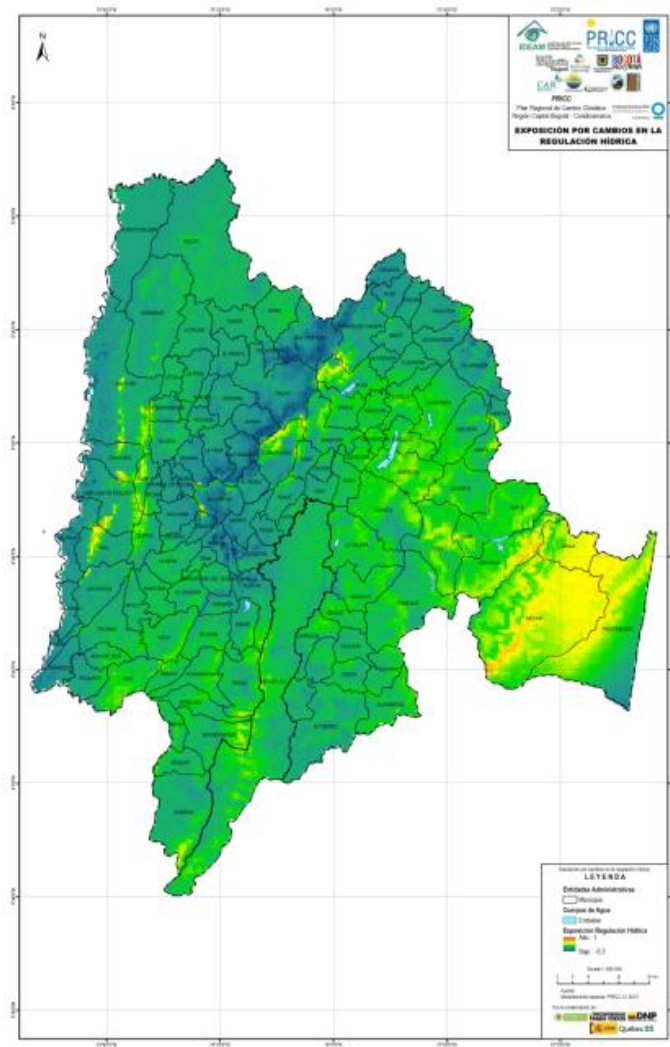


Figura 19. Mapa de exposición por cambios en la regulación hídrica. Las zonas negras son cabeceras municipales.

32. 3.12 EXPOSICIÓN POR CAMBIOS EN CALIDAD DE AGUA

La Figura 20 muestra como incrementos de escurrimiento superficial acompañados de degradación de coberturas suponen degradación en la calidad del agua (en rojo) en zonas como Subata, Tausa, Subachoque y Pacho. La menor disponibilidad hídrica en algunas áreas de la sabana de Bogotá supone no incremento o incluso reducción leve de procesos contaminantes como erosión de áreas de suelo descubierto o agrícola con el menor transporte de contaminantes (azules). Pero esto varía bastante, e incrementos en contaminación por la degradación de coberturas vegetales es algo que se ve que se podría presentar en muchas partes de Cundinamarca.

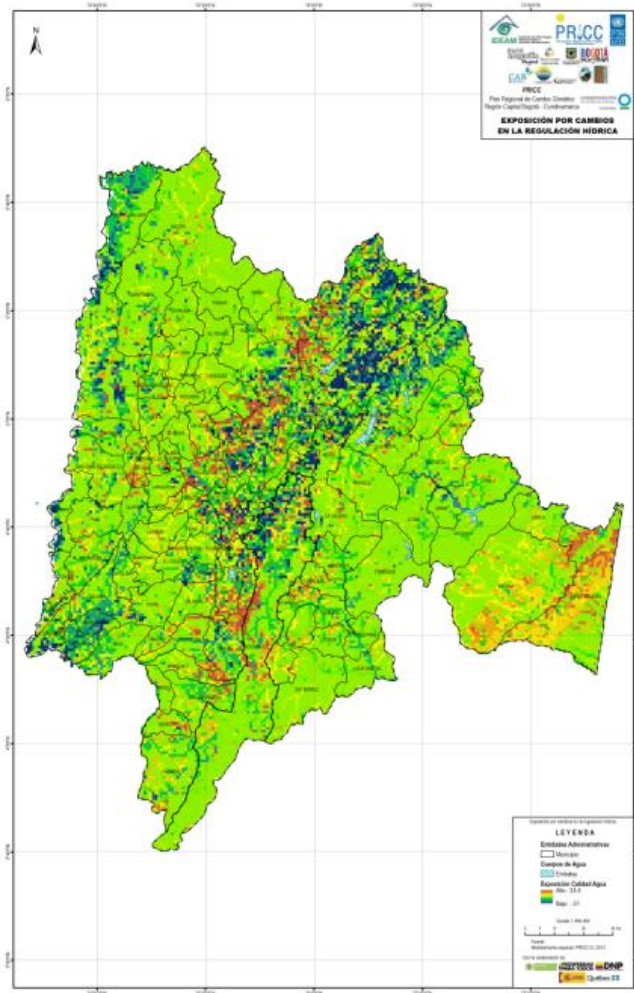


Figura 20. Mapa de exposición por cambios en la calidad del agua. Las zonas negras son cabeceras municipales.

Anexo 1. Procesamiento de datos climáticos (incluyendo ensambles de cambio climático de IDEAM) y de cobertura

Introducción

El siguiente documento muestra el modelamiento hidrológico realizado para el departamento de Cundinamarca; siendo esta el área de estudio acordado con el PRICC. Para esto el informe se divide en dos partes, de las cuales la primera se enfoca en el análisis e inventario de la información existente y la calibración del modelo Fiesta/Waterworld para el cual es necesario reemplazar datos globales por datos locales los cuales son recopilados a través de entidades gubernamentales y privadas como lo es el IDEAM en Colombia.

Estos datos son la recopilación de las distintas variables de interés con las cuales se puede alimentar el modelo Fiesta/WaterWorld y costing nature (Mulligan 2012; Mulligan *et al.* 2010) entre las cuales se encuentra la precipitación, temperatura máxima, mínima y media, humedad relativa entre otras (Sáenz, 2007).

Una vez se obtenga esta información recopilada de las distintas estaciones meteorológicas que tengan incidencia en la zona de estudio, se comienza a normalizar la información; lo que indica que será procesada y analizada de tal forma que sea compatible con el modelo y se pueda implementar en el mismo.

La segunda parte del trabajo está enfocada a realizar las corridas de la ventana que cubren el área de estudio con Fiesta/Waterworld; las cuales serán para el baseline con datos locales y los escenarios de cambio climático A2 y B2 del IDEAM. Para esto se realizaran las interpolaciones de los datos locales y con estos se alimentaran el modelo. Una vez las corridas estén descargadas se validaran los mapas resultantes con los datos de caudal de las estaciones de la zona.

Objetivos

- Realizar levantamiento y análisis de la información entregada por el PRICC
- Realizar evaluación de disponibilidad de estaciones meteorológicas de la zona de estudio, así como el procesamiento de esta.
- Climatología de la zona de estudio
- Procesamiento de estaciones del IDEAM con datos de escenarios A2 y B2 para las variables de temperatura máxima, mínima, media, humedad relativa y precipitación

1. Definición área de estudio.

El área de estudio para este proyecto es el departamento de Cundinamarca y la Región de Bogotá, los cuales se encuentran en la zona central de Colombia, con una topografía enmarcada por zonas muy altas y bajas; y una región central de conocida como la sabana de Bogotá la cual está dentro del altiplano Cundiboyacense.

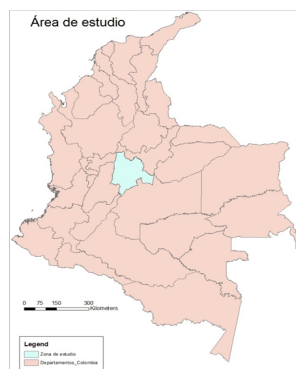


Figura 1. Área de estudio.

2. Levantamiento e inventario de la información

Se analizó la información suministrada por el PRICC y la disponibilidad de estaciones del IDEAM según el catálogo del mismo para la región de Bogotá y Cundinamarca; encontrando un total de 295 estaciones disponibles que cubren a lo largo y ancho de la zona de estudio. Dado que es un convenio se solicitó el total de las estaciones haciendo énfasis en la importancia de las variables claves para nuestros análisis como lo son las temperaturas, precipitación, humedad relativa y caudales medios.

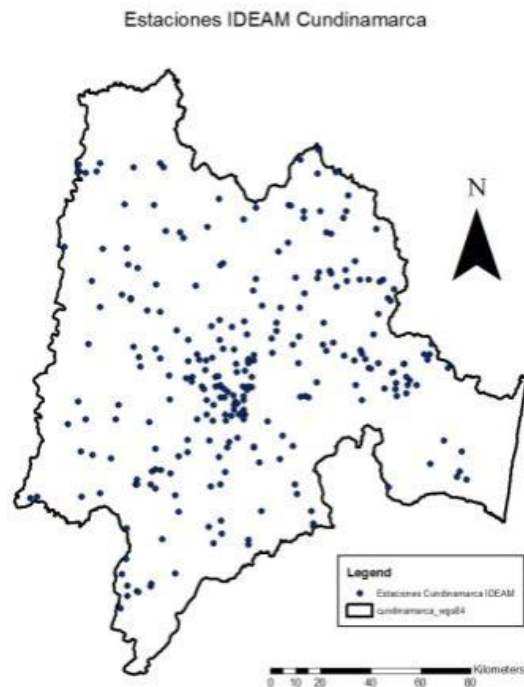


Figura 2. Estaciones disponibles del IDEAM en área de estudio; según catálogo.

3. Procesamiento de la información

Una vez obtenida la información de las estaciones Meteorológicas la cual es mensual; se inicia el procesamiento de estas, separando las estaciones por variable y organizándola en tablas; de este modo se tiene que para las variables claves que se utilizan para alimentar el modelo se seleccionan las estaciones que tienen datos en el periodo de 1980 a 2010. Esto hace que se pueda trabajar con promedios mensuales históricos de 31 años.

Cuando la información estaba organizada se realizó un análisis de completitud de las estaciones por variable por medio de dos criterios; el primero es que las estaciones presenten al menos el 50% del total de los datos y el segundo es que tengan el 90% por año del total de años. Lo anterior arrojó el siguiente resultado.

CRITERIO DEL 50% DEL TOTAL DE LOS DATOS			
VARIABLE	ESTACIONES	CUMPLEN	%
PPT	215	137	64%
HR	81	32	40%
TMX	33	6	18%
TMN	35	7	20%
TMEAN	83	28	34%
CAUDAL	42	27	64%
PT. ROCIO	79	32	41%
NUBOSIDAD	78	26	33%
T.VAPOR	79	33	42%
VEL.VIENTO	12	2	17%
B.SOLAR	46	20	43%
EVAPORAC	53	20	38%

Tabla 1. Análisis de completitud. Al menos el 50% de los datos del total de datos.

La tabla anterior muestra el porcentaje de estaciones que cumplen la regla la cual es que tengan al menos el 50% de los datos en el periodo observado de 1980 a 2010 que equivale a 31 años.

CRITERIO DEL 10% DEL TOTAL DE LOS DATOS			
VARIABLE	ESTACIONES	CUMPLEN	%
PPT	215	12	6%
HR	81	0	0%
TMX	33	0	0%

CRITERIO DEL 10% DEL TOTAL DE LOS DATOS			
VARIABLE	ESTACIONES	CUMPLEN	%
TMN	35	0	0%
TMEAN	83	4	5%
CAUDAL	42	8	19%
PT. ROCIO	79	1	1%
NUBOSIDAD	78	0	0%
T.VAPOR	79	1	1%
VEL.VIENTO	12	0	0%
B.SOLAR	46	0	0%
EVAPORAC	53	0	0%

Tabla 2. Análisis de completitud. Al menos el 90% de los datos por cada año.

La tabla anterior muestra el porcentaje de estaciones que cumplen la regla la cual es que tengan al menos el 90% de los datos para cada año del periodo observado de 1980 a 2010 que equivale a 31 años. Asumiendo que los datos mensuales del IDEAM han sido corregidos por datos faltantes en series diarias, este estudio uso todas las estaciones con datos mensuales suministradas para generar las climatologías promedio del 1980 – 2010 en una forma similar a la reportada por Hijmans, et al. (2005).

4. Preparación de datos para interpolación de las variables disponibles.

Después de organizar la información en tablas y darle coordenadas a todas las estaciones disponibles por cada variable dentro de la zona de estudio se genera una grilla que rodea la misma y a partir de las superficies interpoladas de Worldclim (Hijmans et al 2005; Mulligan and Burke 2005) se extrae los valores de pixel para así obtener robustez en la interpolación y reducir el sesgo que esta pueda generar.

Grilla complementaria para cierre de interpolaciones

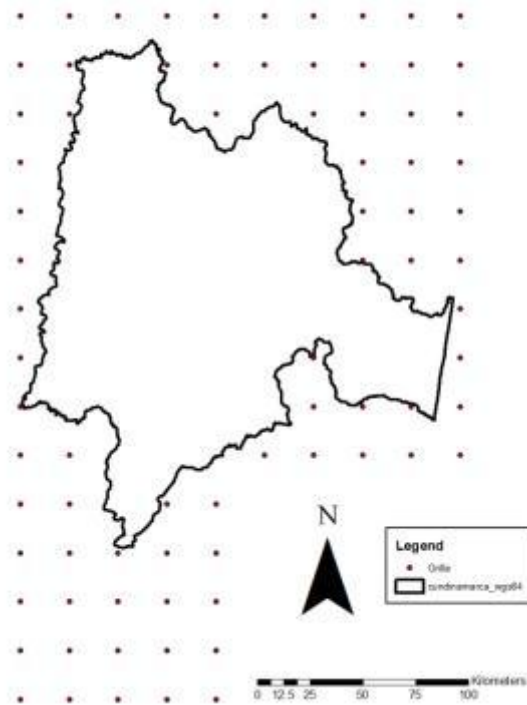


Figura 3. Grilla para cierre de interpolación

Lo anterior se hizo para las variables de temperatura media, máxima y mínima y para precipitación media mensual.

Para el caso de humedad relativa el problema del cierre de la interpolación y la poca disponibilidad de estaciones dentro de la zona de estudio para ese periodo genera que el complemento deba ser por medio de polígonos de Thiessen.

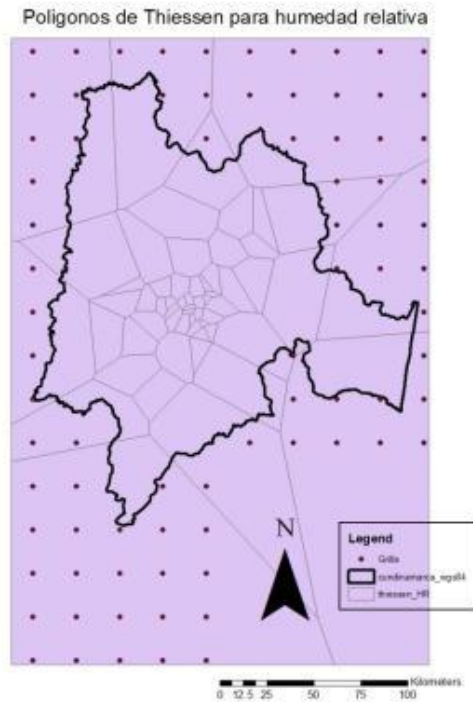


Figura 4. Polígonos de Thiessen para cerrado de interpolación en humedad relativa.

5. Interpolación de datos históricos para modelamiento de escenario base

Una vez listas las estaciones meteorológicas con las cuales se iban a realizar las superficies climáticas, se interpoló utilizando el software estadístico R (<http://www.r-project.org/>).

La interpolación es el proceso de generar superficies continuas en un determinado espacio geográfico con base en un determinado número de puntos (estaciones meteorológicas) ubicados con diferente distribución espacial sobre su mismo espacio (Johnston et al 2001).

Las interpolaciones se hicieron por el método Thin plate smoothing spline, utilizando como co-variable la altura obtenida del modelo digital de elevación (SRTM); lo que genera unas superficies con un suavizado adicional que lo proporciona la dependencia que existe entre altura y la variable climática (Hutchinson 1998).

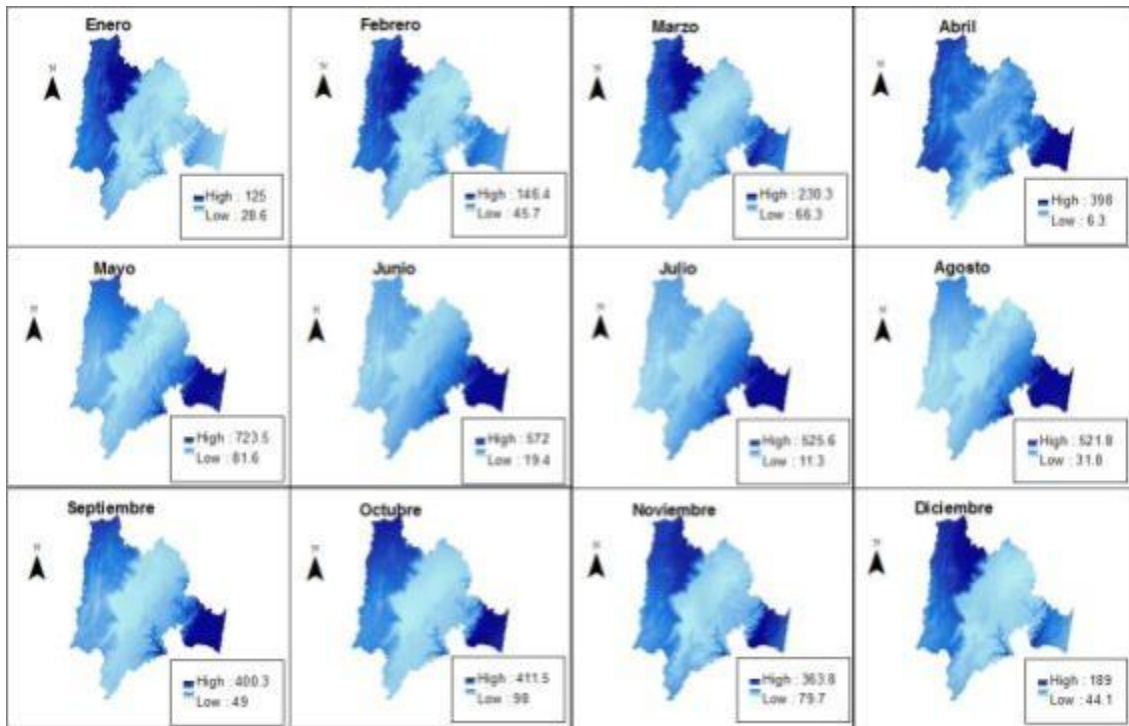


Figura 5. Superficies interpoladas de precipitación media mensual (mm/mes) histórica.

6. Análisis y procesamiento de estaciones del IDEAM con datos de los escenarios A2 y B2

Una vez procesado los datos históricos se inició el procesamiento de los datos futuros de los escenarios A2 y B2 del IDEAM para esto fueron tratados los datos de las variables de precipitación, temperatura media, mínima y máxima y humedad relativa. El inventario de los datos suministrados por el IDEAM para los escenarios los resume la siguiente tabla:

VARIABLE	INICIA	TERMINA	# TABLAS	TIPO	TEMPORALIDAD	A2	B2	A1B	CORREGIDOS	FORMATO	TIPO
PRECIPITACIÓN	1971	2100	571	ACUMULADO	MENSUAL	SI	SI	NO	SI	AÑO-MES	EXCEL
HUMEDAD RELATIVA	1971	2100	616	PROMEDIO	MENSUAL	SI	SI	SI	SI	AÑO-MES	EXCEL
TEMPERATURA MÁXIMA	1971	2100	144	PROMEDIO	MENSUAL	SI	SI	NO	SI	AÑO-MES	EXCEL
TEMPERATURA MÍNIMA	1971	2100	101	PROMEDIO	MENSUAL	SI	SI	NO	SI	AÑO-MES	EXCEL
TEMPERATURA MEDIA	1971	2100	185	PROMEDIO	MENSUAL	SI	SI	NO	SI	AÑO-MES	EXCEL

Tabla 3. Inventario datos escenarios climáticos suministrados por IDEAM.

Con la anterior información se generaron 120 superficies mensuales interpoladas de las cuales 60 corresponden a cada escenario de 5 variables para cada mes. Una vez listas las capas se generó también el delta de temperatura (diferencia entre temperatura máxima y mínima); la cual es necesaria para alimentar el modelo.

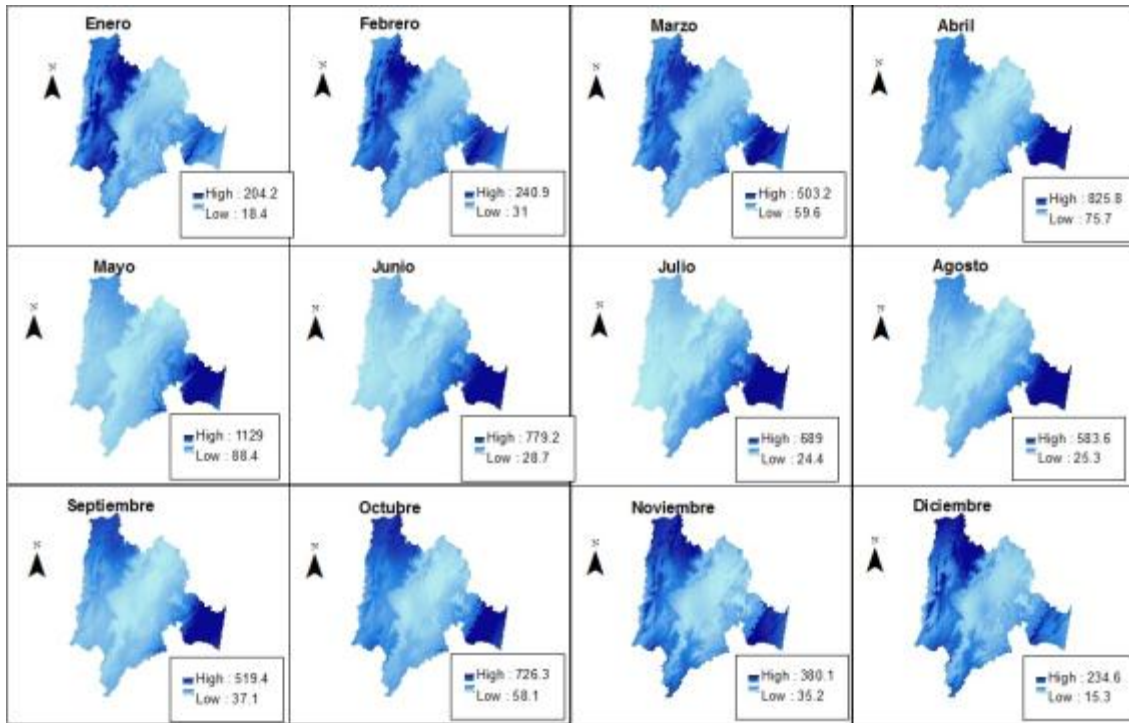


Figura 6. Superficies interpoladas de precipitación media mensual (mm/mes) escenario A2.

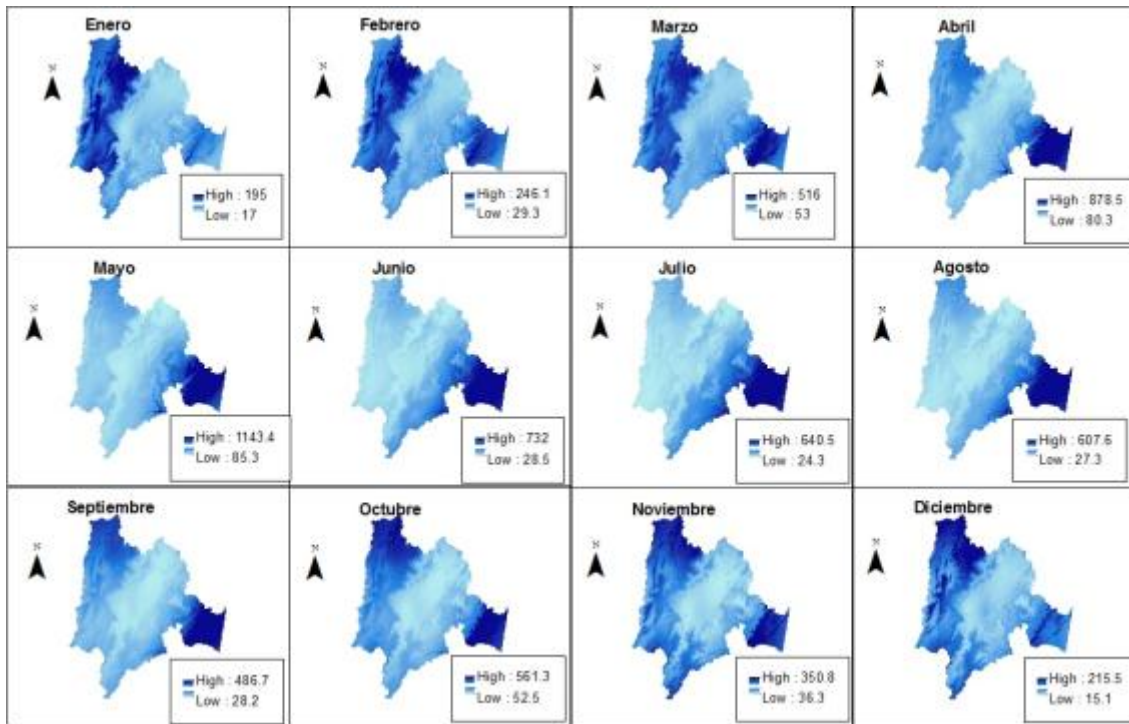


Figura 7. Superficies interpoladas de precipitación media mensual (mm/mes) escenario B2.

7. Análisis y procesamiento de coberturas

Las coberturas son claves a la hora de alimentar el modelo con datos locales para obtener buenos resultados. Para este proyecto en particular se trabajó con las coberturas generadas con sensores remotos suministradas por el Dr. Leonardo Sáenz la cual cubre la región de Bogotá (Sáenz, 2007) y las suministradas por el equipo de Conservation International Colombia a través de la base de datos espacial.

Las coberturas de las dos fuentes mencionadas anteriormente se complementaron para formar las tres capas necesarias para alimentar el modelo las cuales son bosque, herbáceos y suelo descubierto. Lo anterior también se hizo con coberturas proyectadas al 2040.

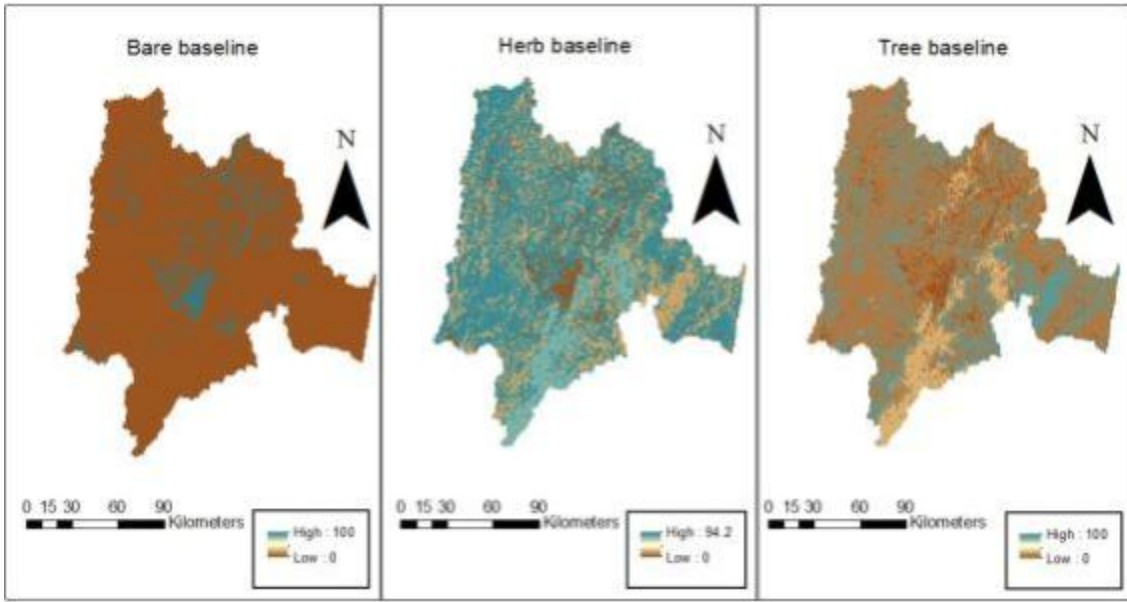


Figura 8. Coberturas baseline.

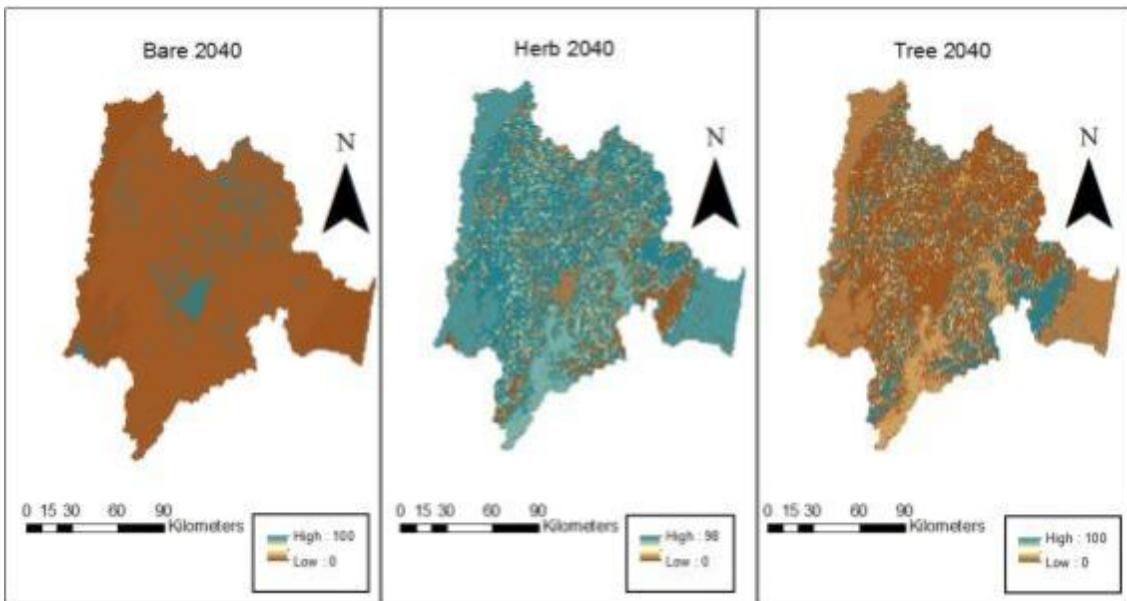


Figura 9. Coberturas proyectadas al 2040.

Anexo 2. Metadato: Mapas de índices de exposición creados y nombres asociados en la Geodatabase.

ÍNDICE	Este mapa presenta el índice de escasez anual para la línea base expresado como $(\text{demanda-oferta}) \times 100$; indicando áreas de fuerte escasez hídrica ambiental con relación a la concentración de población	IEBASEANUAL
LOG10(ÍNDICE DE ESCASEZ)	Este mapa presenta el log10 del índice de escasez anual para la línea base con el propósito de ver contrastes regionales	IEBASEANUALOG
ÍNDICE	Este mapa presenta el índice de escasez anual al 2050 acorde al escenario de cambio climático	INESANUAL2050
ÍNDICE NORMALIZADO	Este mapa presenta el cambio en el índice de escasez anual entre la línea base y el 2050	DINESAN2050
ÍNDICE NORMALIZADO	Este mapa presenta al cambio en el índice de escasez para el mes seco entre la línea base y el 2050	INESMES2050
ÍNDICE	La demanda de Bogotá se traslada a las cuencas del sistema. el resultado, la demanda es próxima a la oferta en algunas cuencas del sistema. Bogotá se resalta con una grilla que permite ilustrar su escasez potencial si no hubiera embalses	INESANUABOG
ÍNDICE	La demanda en el 2050 se traslada a las cuencas del sistema. el resultado, la demanda supera la oferta en el sistema conjunto.la demanda de Bogotá se resalta con una grilla.	INESANBOG205
ÍNDICE	Cambio en el índice de escasez en el sistema del acueducto de Bogotá 2050. diferencia entre la escasez en la línea base y la escasez para el 2050.	CIEANBOG
ÍNDICE NORMALIZADO	Cambio en el índice de escasez en el sistema del acueducto de Bogotá 2050. Diferencia entre la escasez en la línea base y la escasez para el 2050. se presenta como un índice función del máximo	IEANBOGMA
ÍNDICE NORMALIZADO	Este mapa presenta cambios en disponibilidad en áreas susceptibles a desertificación. negativos muestran áreas de incremento en vulnerabilidad	VDMES2050

ÍNDICE NORMALIZADO	Este mapa presenta cambios en disponibilidad en terrenos agrícolas. negativos muestran áreas de incremento en vulnerabilidad	VAMES2050
ÍNDICE NORMALIZADO	En rojo se presentan bosques vulnerables a reducciones en condensación y en azul bosques con aumento	BOSEXPVUL
ÍNDICE NORMALIZADO	En rojo se presentan paramos con reducción aunque la reducción es mínima	DDHPARA2050
ÍNDICE NORMALIZADO	Áreas de susceptibilidad a inundación con nivel de exposición afectado por el cambio en caudal. rojo indica aumentos de exposición, azul reducciones	EXPFLOODOCT
ÍNDICE NORMALIZADO	Áreas de susceptibilidad a inundación con nivel de exposición afectado por el cambio en caudal. rojo indica aumentos de exposición, azul reducciones	EXPFLOODJUNIO
	Índice de Walsh and Lawler, 1981. El índice da una idea de las disponibilidad hídrica estacional. El mapa muestra incrementos del índice hacia a la Orinoquia lo que indica concentración de la precipitación y reducciones muy bajas hacia el Magdalena lo que indica una más marcada bitonalidad.	DIFESTAINDI
	Cambio estacionalidad - índice de Walsh and Lawler, 1981 El índice normalizado da una idea de los cambios en disponibilidad tanto incrementos como reducciones. El mapa muestra incrementos del índice hacia a la Orinoquia lo que indica concentración de la precipitación y reducciones muy bajas hacia el Magdalena lo que indica una más marcada bimodalidad.	DIFESTANORM

Anexo 3. Cálculos de proyección de incremento de población y demanda hídrica al año 2050

Calculo de proyección poblacional al año 2050

$$P_{2050} = ((P_{2020} - P_{2010}) \div 10) \times 30 + P_{2020}$$

Siendo,

P_{2020} = Población proyectada al año 2020; según proyección Censo 2005, Fuente DANE

P_{2010} = Población año 2010; según proyección Censo 2005, Fuente DANE

P_{2050} = Población proyectada al año 2050

Demanda hídrica al año 2050

$$DAP = TDAA \div P_{2010}$$

Entonces,

$$PDH = DAP \times P_{2050}$$

Siendo,

PDH = Proyección demanda hídrica al año 2050 (millones de m³)

TDAA = Total demanda actual de agua (millones de m³); Estudio nacional del agua IDEAM, 2000

DAP = Demanda de agua por persona (millones de m³)

P_{2010} = Población año 2010; según proyección Censo 2005, Fuente DANE

P_{2050} = Población proyectada al año 2050

DANE, 2009. Metodología proyecciones de población y estudios demográficos. PPED. Dirección de censos y demografía. Bogotá.

IDEAM, 2001. Estudio nacional del agua 2000. IDEAM – Colombia.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DANE, (2009) Metodología proyecciones de población y estudios demográficos. PPED. Dirección de censos y demografía. Bogotá.

Espejo, J. (2013) INFORME FINAL. Consolidación de escenarios de variabilidad y cambio climático en la región capital, Bogotá-Cundinamarca. PRICC, Plan Regional Integral de Cambio Climático.

Grajales F., 2013a] Grajales F., 2013. *Análisis de índices de Extremos Climáticos mediante RCLindex y Stardex*. Proyecto PRICC, región Capital Bogotá-Cundinamarca.

Enero de 2013.

Grubb, P. J. (1977) Control of Forest Growth and Distribution on Wet Tropical Mountains: with Special Reference to Mineral Nutrition. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 8(1), 83–107.

Hijmans, R.J., S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones and A. Jarvis, (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. http://www.worldclim.org/worldclim_IJC.pdf

Hutchinson, M (1998). Interpolation of Rainfall Data with Thin Plate Smoothing Splines - Part II: Analysis of Topographic Dependence. *Journal of Geographic Information and Decision Analysis*, vol. 2, no. 2, pp. 139-151, 1998

IDEAM (2011) Estudio Nacional del Agua. Republica de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios Ambientales, IDEAM.

Johnston, K.; Ver Hoef, J. M.; Krivoruchko, K. and Lucas, N. (2001). Using ArcGIS geostatistical analyst. ESRI, pp. 113

LandScan (2011) Global Population Project. The LandScan 2011 CD-ROM was developed by ORNL for the United States Department of Defense. For more information, please contact: Marie L. Urban. Geographic Information Science and Technology Group. Oak Ridge National Laboratory.

Mulligan, M. (2012) WaterWorld: a self-parameterising, physically-based model for application in data-poor but problem-rich environments globally. Submitted. *Hydrology Research*.

Ruiz, M. J. F (2010) Nota Técnica del IDEAM sobre CAMBIO CLIMÁTICO EN TEMPERATURA, PRECIPITACION Y HUMEDAD RELATIVA PARA COLOMBIA USANDO MODELOS METEOROLÓGICOS DE ALTA RESOLUCION (PANORAMA 2011-2100).

Saenz, L. (2007) A detailed scientific analysis of the impact of land use change on water resource provision to Bogotá D.C. and implications for the development of PES schemes. [Online] Available at: http://www.ambiotek.com/fiesta/bogota/FIESTA_Bogota_final%20report.pdf.

Sáenz, L. and Mark, M. (2013) The role of tropical montane cloud forests on water inputs to tropical dams and implications of their continuing loss. Accepted: International Journal of Ecosystem Services.

Singo, L.R, Kundu, J. O., Odiyo, J. O., Mathivha, F. I. and Nkuna, T. R., (2012). Flood Frequency Analysis of Annual Maximum Stream Flows for Luvuvhu River Catchment, Limpopo Province, South Africa.

Tabor, K. and Williams, J. W., (2010) Globally downscaled climate projections for assessing the conservation impacts of climate change. *Ecological Applications*, 20(2), 2010, pp. 554–565.

IX. DOCUMENTO DEL ANÁLISIS DE EXPOSICIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO USANDO MODELACIÓN ECO-HIDROLÓGICA Y ANEXO CARTOGRÁFICO

Elaborado por: **Consejería Internacional Colombia**

Ángela Andrade, Coordinadora Técnica

Patricia Bejarano M., Profesional Urbano-Regional

Leonardo Sáenz, Profesional Ecohidrólogo

Oscar Bonilla, Profesional Socio-Económico

Con el apoyo de:

José Ville Triana, Jairo Guerrero, Andrés Páez, Rocío Vega, Yolanda Gómez

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	350
2.	ASPECTOS CONCEPTUALES	351
3.	INDICADORES DE ANALISIS DE VULNERABILIDAD	353
	Exposición a inundaciones y susceptibilidad a remoción en masa, degradación a suelos e incendios	226
1.	Vulnerabilidad según condiciones demográficas.....	227
2.	Vulnerabilidad por condiciones socio económicas.....	229
3.	Vulnerabilidad a sistemas de producción agrícola.....	230
4.	Vulnerabilidad de asentamientos humanos.....	231
5.	Vulnerabilidad de viviendas y accesos a servicios públicos.....	232
6.	Vulnerabilidad de la infraestructura y proyectos de explotación de suelo y subsuelo.....	234
7.	Vulnerabilidad asociada a servicios hidrológicos.....	235
8.	Indicador: vulnerabilidad por cambios de hábitat y pérdida potencial de biodiversidad.....	241
9.	Vulnerabilidad desde los instrumentos de planificación territorial.....	247
4.	BIBLIOGRAFÍA	492

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ficha metodológica para la identificación de las exposiciones	227
Tabla 2. Ficha metodológicas para el cálculo del indicador de vulnerabilidad según condiciones demográficas	229
Tabla 3. Ficha metodológicas para el cálculo del indicador de vulnerabilidad según condiciones socioeconómicas	230
Tabla 4. Ficha metodológicas para el cálculo del indicador de vulnerabilidad según la producción agrícola	231
Tabla 5. Ficha metodológicas para el cálculo del indicador de vulnerabilidad según el tipo y distribución de asentamientos humanos.	232
Tabla 6. Ficha metodológicas para el cálculo del indicador de vulnerabilidad según tipo de vivienda y acceso a servicios públicos.	234
Tabla 7. Ficha metodológicas para el cálculo del indicador de vulnerabilidad según tipo la infraestructura existente.....	235
Tabla 8. Ficha metodológicas para el cálculo del indicador de vulnerabilidad según servicios hidrológicos.	241
Tabla 9. Ficha metodológicas para el cálculo del indicador de vulnerabilidad por cambios de hábitat y pérdida potencial de biodiversidad	247
Tabla 10. Ficha metodológicas para el cálculo del indicador de vulnerabilidad desde los instrumentos de planificación territorial	248
Tabla 11. Cambio en disponibilidad hídrica debido al cambio climático como un índice para cada uno de los ecosistemas de la región.	456
Tabla 12. Descripción general de los registros de biodiversidad sensible recopilados para la extensión de modelamiento	457
Tabla 13. Bases para la determinación de los parámetros biogeográficos analizados en la extensión del estudio	464
Tabla 14. Representatividad porcentual de la vulnerabilidad por pérdida de especies amenazadas y endémicas en los ecosistemas de Cundinamarca. (PAT: Pérdida acumulada Total, CONS: Áreas constantes sin modificaciones, GAT: Ganancia Acumulada Total. %= Todos los valores expresados como un porcentaje).....	474
Tabla 15. Representatividad porcentual de la vulnerabilidad por pérdida de especies migratorias en los ecosistemas de Cundinamarca. (PAT: Pérdida acumulada Total, CONS: Áreas constantes sin modificaciones, GAT: Ganancia Acumulada Total. %= Todos los valores expresados como un porcentaje).....	475
Tabla 16. Representatividad porcentual de la vulnerabilidad por pérdida de especies amenazadas y endémicas en las áreas protegidas del departamento de Cundinamarca. (PAT: Pérdida acumulada Total, CONS: Áreas constantes sin modificaciones, GAT: Ganancia Acumulada Total. %= Todos los valores expresados como un porcentaje).....	480
Tabla 17. Representatividad porcentual de la vulnerabilidad por pérdida de especies migratorias en las áreas protegidas del departamento de Cundinamarca. (PAT: Pérdida acumulada Total, CONS: Áreas constantes sin modificaciones, GAT: Ganancia Acumulada Total. %= Todos los valores expresados como un porcentaje).....	481

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo para determinar la superficie y los niveles de intensidad de la desertificación en Colombia. Fuente: IDEAM, 2002	377
Figura 2. Exposición a inundaciones.....	380
Figura 3. Exposición a incendios forestales de la cobertura vegetal	381
Figura 4. Exposición a degradación del suelo.....	382
Figura 5. Exposición a procesos de remoción en masa	383
Figura 6. Exposición por eventos de inundación e incendios forestales. Para el área de Sumapaz no hay información disponible, razón por la cual no se presenta en el mapa	384
Figura 7. Exposición por eventos de inundación e incendios forestales. Para el área de Sumapaz no hay información disponible, razón por la cual no se presenta en el mapa	385
Figura 8. Modelo gráfico para estimar la sensibilidad de Cundinamarca y Bogotá por condiciones demográficas	388
Figura 9. Sensibilidad por condiciones demográficas para la población rural.....	389
Figura 10. Sensibilidad por condiciones demográficas para la población urbana	390
Figura 11. Vulnerabilidad por condiciones demográficas para la población rural frente a la exposición a inundaciones.	391
Figura 12. Sensibilidad por condiciones demográficas para la población rural proyectada al año 2050.	392
Figura 13. Sensibilidad por condiciones demográficas para la población urbana proyectada al año 2050.	393
Figura 14. Sensibilidad por condiciones demográficas para el Distrito Capital	395
Figura 15. Vulnerabilidad por condiciones demográficas para el Distrito Capital frente a la exposición a inundaciones e incendios forestales.	396
Figura 16. Vulnerabilidad por condiciones demográficas para Distrito Capital frente a la exposición a remoción en masa.	397
Figura 17. Sensibilidad por condiciones demográficas para el Distrito Capital proyectada para el año 2050.	399
Figura 18. Producto Interno Bruto	400
Figura 19. Actividades productivas predominantes en los municipios de Cundinamarca	401
Figura 20. Índice de Pobreza Multidimensional para los municipios de Cundinamarca.	402
Figura 21. Índice de Pobreza Multidimensional frente a la exposición a inundaciones	403
Figura 22. Índice de Pobreza Multidimensional frente a la exposición por susceptibilidad a degradación de suelos.	404
Figura 23. IPM frente a exposición a amenazas por procesos de remoción en masa	405
Figura 24. Índice de Pobreza Multidimensional para Bogotá. No se presenta la localidad de Sumapaz por carecer de información al respecto	407
Figura 25. Índice de Pobreza Multidimensional frente a exposición a inundación e incendios forestales. No se presenta la localidad de Sumapaz por carecer de información al respecto.	408
Figura 26. Índice de Pobreza Multidimensional frente a exposición por remoción en masa. No se presenta la localidad de Sumapaz por carecer de información al respecto.	409
Figura 27. Cobertura de la tierra. Los colores amarillos y naranjas corresponden a territorios agrícolas y agropecuarios.....	411
Figura 28. Cambios en la disponibilidad hídrica en las tierras agrícolas. Fuente: Modelamientos en Water World y Costing Nature realizados en el presente proyecto.....	412
Figura 29. Cultivos predominantes por Municipio. Fuentes de datos: Estadísticas agropecuarias de la Gobernación de Cundinamarca, 2011.....	413
Figura 30. Asentamientos humanos actuales. Fuente: Conservación Internacional a partir de información IGAC escala 1:25.000.....	414

Figura 31. Asentamientos humanos actuales y proyectados al 2050 según los planes de expansión de acuerdo con los POTs, EOTs y PBOT.....	415
Figura 32. Vulnerabilidad de los asentamientos humanos actuales y futuros frente a la exposición a inundaciones.	416
Figura 33. Vulnerabilidad de los asentamientos humanos actuales y futuros frente a la exposición a procesos de remoción en masa.	417
Figura 34. Modelo gráfico para estimar la sensibilidad de Cundinamarca por condiciones de la vivienda y acceso a servicios públicos.	419
Figura 35. Sensibilidad por calidad de las viviendas y acceso a servicios públicos.	420
Figura 36. Vulnerabilidad por calidad de vivienda y acceso a servicios públicos frente a la exposición a inundación	421
Figura 37. Vulnerabilidad por calidad de vivienda y acceso a servicios públicos frente a exposición a remoción en masa.	422
Figura 38. Modelo gráfico para estimar la sensibilidad del Distrito Capital por condiciones de la vivienda y acceso a servicios públicos.	423
Figura 39. Sensibilidad del Distrito Capital por calidad de las viviendas según materiales de construcción de la vivienda y acceso a servicios públicos.	425
Figura 40. Vulnerabilidad por calidad de vivienda y acceso a servicios públicos en el Distrito Capital frente a la exposición a inundaciones e incendios forestales.	426
Figura 41. Vulnerabilidad por calidad de vivienda y acceso a servicios públicos en el Distrito Capital frente a la exposición a remoción en masa.	427
Figura 42. Vulnerabilidad de la infraestructura del Departamento frente a exposición a inundaciones	429
Figura 43. Vulnerabilidad de la infraestructura del Departamento frente a exposición por remoción en masa	430
Figura 44. Vulnerabilidad de la infraestructura del Departamento frente a exposición por degradación de suelos	431
Figura 45. Áreas afectadas por títulos mineros actuales	432
Figura 46. Áreas potencialmente afectadas por minería según solicitudes mineras.....	433
Figura 47. Áreas potencialmente afectadas hidrocarburos.....	434
Figura 48. Centros educativos y de salud para el Distrito Capital.....	435
Figura 49. Vulnerabilidad de los centros educativos y de salud frente a exposición a inundación e incendios forestales-en el Distrito Capital.	436
Figura 50. Vulnerabilidad de los centros educativos y de salud frente a exposición por remoción en masa	437
Figura 51. Infraestructura de redes, subestaciones eléctricas y rellenos sanitarios en el Distrito Capital.	438
Figura 52. Infraestructura vial. Distrito Capital.....	439
Figura 53. Cambios en disponibilidad hídrica simulados usando los escenarios de cambio climático suministrados por el IDEAM.	441
Figura 54. Mapa de exposición por cambios en la regulación hídrica	443
Figura 55. Mapa de exposición por cambios en la calidad del agua	444
Figura 56. Índice de escasez anual. El mapa muestra las diferencias normalizadas entre la escasez simulada al año 2050 y aquella observada en el escenario base. Valores positivos indican aumentos en la escasez hídrica.....	445
Figura 57. Índice de escasez para mes seco.	446
Figura 58. Índice escasez sistema acueducto de Bogotá para la línea base.....	448
Figura 59. Índice escasez sistema acueducto de Bogotá escenario 2050.....	449
Figura 60. Índice escasez sistema acueducto de Bogotá diferencia baseline y escenario.....	450
Figura 61. Mapa de exposición a inundaciones en el mes de Junio	451
Figura 62. Mapa de exposición a inundaciones en el mes de Octubre.....	452

Figura 63. Exposición de otros ecosistemas por cambios en disponibilidad hídrica debido al cambio climático. Fuente del mapa ecosistemas: Etter, 2008.....	454
Figura 64. Patrones espaciales de la riqueza potencial de especies amenazadas y endémicas en el departamento de Cundinamarca. a) escenario climático presente b) escenario climático A2b 2040. ..	466
Figura 65. Patrones espaciales de la riqueza potencial de especies migratorias en el departamento de Cundinamarca. a) Escenario climático presente b) escenario climático A2b 2040.	468
Figura 66. Vulnerabilidad por pérdida de biodiversidad sensible (especies amenazadas y endémicas) por efectos de cambio climático en la extensión del departamento de Cundinamarca.	469
Figura 67. Vulnerabilidad por pérdida de biodiversidad sensible (especies migratorias) por efectos de cambio climático en la extensión del departamento de Cundinamarca.	470
Figura 68. Representatividad de la vulnerabilidad por pérdida de biodiversidad (especies amenazadas y endémicas) en el departamento de Cundinamarca ante el cambio climático. (GAT: Ganancia acumulada total, CONS: Áreas constantes sin modificaciones, PAT: Pérdida acumulada Total)	472
Figura 69. Representatividad de la vulnerabilidad por pérdida de biodiversidad (especies migratorias) en el departamento de Cundinamarca ante el cambio climático. (GAT: Ganancia acumulada total, CONS: Áreas constantes sin modificaciones, PAT: Pérdida acumulada Total).	473
Figura 70. Representatividad de la vulnerabilidad por pérdida de biodiversidad (especies endémicas y amenazadas) en el departamento de Cundinamarca ante el cambio climático. (GAT: Ganancia acumulada total, CONS: Áreas constantes sin modificaciones, PAT: Pérdida acumulada Total).....	479
Figura 71. Representatividad de la vulnerabilidad por pérdida de biodiversidad (especies migratorias) en el departamento de Cundinamarca ante el cambio climático. (GAT: Ganancia acumulada total, CONS: Áreas constantes sin modificaciones, PAT: Pérdida acumulada Total).	479
Figura 72. Municipios que están vinculados a estudios de POMCAS	487
Figura 73. Principales instrumentos de Planificación Territorial por municipio.	488
Figura 74. Componentes de cambio climático en el instrumento de planificación.....	489
Figura 75. Instrumentos de Planificación que incluyen Estructura Ecológica Principal	490

33. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el plan de trabajo establecido en el marco del contrato 0000020123 suscrito entre CI y el PNUD, para realizar los análisis la vulnerabilidad actual y futura a la variabilidad climática y al cambio climático de la región Bogotá-Cundinamarca, bajo un enfoque territorial, el presente informe complementa el análisis de la exposición al cambio climático, usando modelación ecohidrológica (modelos WaterWorld y Costing Nature). De igual forma se incluyen otros factores de exposición de carácter demográfico y social, y se propone una serie de indicadores que analizan de forma integral la vulnerabilidad/capacidad adaptativa, según aspectos eco-hidrológicos, biológicos y socio-económicos. Estos indicadores permiten efectuar un análisis a través del espacio, de la vulnerabilidad/capacidad adaptativa, según (Guzmán, JM, Schensul D, y S, Zhang, 2013), con base en el marco de vulnerabilidad propuesto basado en una aproximación EbA.

De acuerdo con el plan de trabajo y la propuesta técnica, las actividades previstas en el desarrollo de estos productos se ilustran a continuación:

Productos 5 y 6: Documento del análisis de vulnerabilidad presente y futura al cambio climático / variabilidad climática y anexo cartográfico (1:100.000), exposición, sensibilidad, impactos y capacidad de adaptación, presente y futura en la Región Capital, con un anexo que contenga la incertidumbre del análisis, base de datos espacial (Geo data base) y metadatos con la información temática utilizada, los vacíos de conocimiento e información existente y recomendaciones para el manejo de la información.
Desarrollo de indicadores agregados de vulnerabilidad y riesgo de la Región Bogotá-Cundinamarca
Establecer la vulnerabilidad actual y futura en la región Bogotá – Cundinamarca con representación espacial de las áreas que presentan mayor vulnerabilidad. Aquí se indicarán los vacíos de conocimiento e información existente que se puedan proponer en el futuro.

34. ASPECTOS CONCEPTUALES

Las bases conceptuales del producto 5 y 6 se encuentran incluidas en el producto 2 del presente estudio. A continuación se incluyen algunas definiciones y desarrollos específicos, para facilitar la comprensión de este capítulo.

34.1. ANALISIS DE EXPOSICIÓN

Se entiende por exposición a la naturaleza y grado hasta donde está expuesto un sistema a variaciones climáticas. Depende tanto del cambio climático global como de la localización de un sistema (IPCC, 2007).

La mayor parte de los enfoques actuales para entender la vulnerabilidad al cambio climático han enmascarado vacíos importantes en el entendimiento y la práctica de la adaptación. Estas limitaciones incluyen análisis superficiales de quién y por qué es más vulnerable, y por qué un énfasis sobre el ambiente físico más que el social, así como una percepción estática de la vulnerabilidad en el tiempo. La dinámica de la población está íntimamente relacionada a los temas de desarrollo, y este vínculo permite efectuar una mejor evaluación de la vulnerabilidad y las prácticas de adaptación.

La inclusión de la exposición no solamente de los aspectos biofísicos sino poblacionales, permite dar una mejor respuesta a la definición de exposición propuesta en el marco conceptual, la cual incluye la propuesta del IPCC (2012), en la cual se hace énfasis a la presencia de personas, medios de subsistencia, infraestructura u otros activos económicos que puedan verse afectados negativamente por los impactos del cambio climático.

El marco conceptual propuesto para el presente estudio indica que la exposición y su relación con los grupos humanos será evaluada usando los modelos FIESTA/WaterWorld y Costing Nature (Ver Marco Conceptual e informe 5 y 6A), los cuales han sido diseñados para entender la distribución de servicios ecohidrológicos.

Desde el punto de vista socio-económico, según se indica en el marco conceptual, el análisis de exposición incluye una integración de la información demográfica, social, económica, asentamientos humanos, y otra disponible, presentada según los niveles de agregación municipal o las localidades del Distrito Capital (Ver Producto 2).

2.2. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

La sensibilidad se refiere al grado con el cual un sistema resulta afectado positiva o negativamente por la variabilidad al cambio climático. Los efectos pueden ser directos o indirectos. (IPCC, 2007).

Según se ha explicado en el marco conceptual, la sensibilidad se evaluará en función de aspectos poblacionales, productivos, asentamientos humanos, infraestructura vial, servicios públicos, embalses, acueductos municipales, sistemas productivos, entre otros. Se efectuó de forma complementaria un análisis de la biodiversidad sensible (especies amenazadas y endémicas), así como de ecosistemas. El análisis de sensibilidad se efectúa con base en la información disponible y mediante análisis espacial, utilizando sistema de información geográfica. (Ver Producto 2).

2.3. AMENAZAS

El análisis de vulnerabilidad incluye una evaluación de los impactos potenciales sobre la población, con base en amenazas existentes, algunas debido a condiciones geográficas, el manejo no sostenible de los ecosistemas, y procesos sociales y demográficos sobre el territorio.

Según se estableció en el Producto 2, las amenazas que se han tenido en cuenta en el presente análisis, se refieren a inundaciones, procesos geomorfológicos activos (incluyen deslizamientos, remoción en masa), procesos de degradación de tierras e incendios de la vegetación.

2.4. CAPACIDAD ADAPTATIVA

Otro componente central en la evaluación de la vulnerabilidad es la Capacidad Adaptativa, definida como la "capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático, incluidas la variabilidad climática y los fenómenos extremos, con el fin de moderar los daños potenciales, de beneficiarse de las oportunidades o de afrontar las consecuencias (IPCC, 2007). Esta se determina con base en las condiciones de los involucrados para afrontar los daños potenciales, afectaciones o pérdidas, junto con las oportunidades que se deriven del cambio o la variabilidad climática (IDEAM, 2011).

La capacidad adaptativa depende del contexto del área en consideración y de las condiciones sociales, económicas, institucionales, culturales, así como de la dinámica misma de los procesos socio-ecológicos.

La definición de la capacidad adaptativa en experiencias nacionales, tales como la 2ª CMNUCC (IDEAM, 2009) o estudios detallados como el Programa de Integración de Ecosistemas y Adaptación al Cambio Climática (IDEAM, 2011), entre otros, tienen en cuenta una amplia participación de sectores del

desarrollo y actores relevantes en el proceso, así como la validación de las comunidades mediante entrevistas y encuestas a expertos y representantes de la sociedad. En el caso del presente estudio, por limitaciones contractuales, estos aspectos no fueron desarrollados, y los análisis efectuados se basan únicamente en información secundaria.

La vulnerabilidad desde la perspectiva socio-económica, aborda temas semejantes a los de la capacidad adaptativa (Guzmán et al, 2013), tales como presencia de recursos financieros, nivel educativo, presencia de instrumentos de gestión y planificación ambiental, incluyendo la existencia de áreas protegidas. Para el presente estudio, se efectuaron análisis de capacidad adaptativa en el producto 7, los cuales consideran aspectos como: Disponibilidad de recursos financieros, niveles de educación, gestión institucional (para este efecto se tiene en cuenta el índice de desempeño fiscal efectuado por el CIDER en el marco del PRICC), las estrategias de conservación de la biodiversidad y las herramientas de planificación.

35. INDICADORES DE ANALISIS DE VULNERABILIDAD

Los indicadores de vulnerabilidad propuestos en el Producto 2, relacionan aspectos demográficos, sociales, económicos, ecológicos e hidrológicos, cuyo objetivo es contribuir con información y análisis integral, a la evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático y los eventos extremos. La definición de estos indicadores, tal como se ha establecido en el marco conceptual, se establecen de acuerdo al contexto del estudio desarrollado, y se basan en los modelos ecohidrológicos efectuados, así como los análisis socio-económicos, población, biodiversidad, gestión institucional, así como los propuestos por el CIDER relacionados con desempeño fiscal, en un estudio complementario de vulnerabilidad efectuado en el marco del PRICC.

Los indicadores propuestos, calculan la vulnerabilidad a partir de la relación entre cada variable analizada y la exposición a inundaciones, remoción en masa y degradación de suelos. En la tabla 1 se presenta la ficha técnica elaborada para la identificación de las exposiciones y en las tablas 2 a 10 el desarrollo metodológico de los indicadores para los análisis de vulnerabilidad.

Exposición a inundaciones y susceptibilidad a remoción en masa, degradación a suelos e incendios

Definición Técnica/Resumen Metodológico	<p>Las amenazas por externalidades climáticas son fundamentales para la comprensión de la adaptación del cambio climático. Un ejemplo del tipo de amenazas por inundación se evidenció en la ola invernal del año 2011, lo cual también sumó deslizamientos, remoción en masa y avenidas torrenciales. Lo anterior resulta importante teniendo en cuenta que el IDEAM, pronunciándose a través de la Segunda Comunicación Nacional, reportó que los desastres más frecuentes están asociados a las dinámicas hídricas. Por otro lado, en el caso de los incendios y las sequías, estas tienden a presentarse durante el 'Fenómeno del Niño' principalmente. No obstante, muchas veces las sequías también se pueden presentar por otras presiones externas al cambio climático, es decir, cuando existe un cambio en el uso de la tierra (minería, deforestación, ampliación de la frontera agrícola, proceso de degradación de tierra, desertificación).</p> <p>Este indicador se desarrolla con el propósito de analizar cómo las amenazas por eventos como <i>inundaciones, remoción en masa, degradación de suelos e incendios</i> afectan a los municipios del Departamento de Cundinamarca, a las localidades de la Ciudad de Bogotá y de manera respectiva a sus poblaciones. Lo anterior para poder comprender la afectación de estas amenazas e identificar posibles medidas de adaptación o de disminución del riesgo sobre estos factores.</p> <p>Los factores a considerar y las etapas de su desarrollo son los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none">4) Identificar por cada municipio y localidad las zonas expuestas a inundaciones, así como sus áreas inundables con el propósito de conocer el número y la proporción de la población que está expuesta y vulnerable por este tipo de amenazas.5) Áreas susceptibles a degradación de suelos.6) Áreas susceptibles a remoción en masa e incendios.
Consideraciones Conceptuales	<ul style="list-style-type: none">- Determinar las áreas con una mayor exposición a este tipo de amenazas y que representen un mayor riesgo para la población.
Fuente de Datos	IDEAM, 2010.
Análisis	<p>Este indicador presenta la información cartográfica relacionada principalmente con <i>inundaciones, sequías e incendios</i> para cada municipio y localidad. El análisis se hará de manera desagregada y cada variable se analiza por separado. Seguidamente, cada dato y resultado se traslapa con variables relacionadas con la población, con sus medios productivos y con sus aspectos hidrológicos. Lo anterior permite conocer la exposición, de las áreas geográficas y de la población, frente a las amenazas por este tipo de eventos. Al final del ejercicio se obtendrá una serie de mapas producto de las exposiciones aquí</p>

Línea base	<p>identificadas con diversas variables socioeconómicas que permitirán conocer la vulnerabilidad y permitirá priorizar áreas geográficas, identificar la población más vulnerable, y a su vez identificar o priorizar posibles medidas de adaptación.</p> <p>Consolidación de la información disponible estructurada en una geodatabase elaborada para facilitar los análisis de vulnerabilidad (ver producto 4 del presente contrato)</p>
------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 13 Ficha metodológica para la identificación de las exposiciones

1. Vulnerabilidad según condiciones demográficas	
Definición Técnica/Resumen Metodológico	<p>Los efectos y consecuencias del cambio climático afectan principalmente a los seres humanos y los ecosistemas. Por ello y con el fin de comprender la vulnerabilidad de la población, se requiere conocer <i>sus condiciones demográficas generales</i>. Lo anterior permite visualizar de manera diferencial cuál será la población con mayor grado de exposición frente a posibles eventos relacionados con el cambio climático global.</p> <p>Este análisis permite identificar y priorizar medidas de adaptación sobre la población, aumentar su capacidad de respuesta, de gestión, de toma de decisiones y de planificación territorial. Así mismo permite conocer cómo las condiciones demográficas tienen un impacto positivo o negativo diferencial frente a la vulnerabilidad de la población.</p> <p>El análisis se desarrolla para los Municipios del Departamento de Cundinamarca – comprendidos como cabecera (urbano) y resto (rural) – y para las Localidades de la ciudad de Bogotá.</p> <p>De conformidad con lo anterior, los factores a considerar junto con las etapas de su desarrollo son las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 5) Identificar el número, la proporción, el total de la densidad de la población y las tasas de crecimiento o proyecciones de la población hasta el año 2050. 6) Identificar las áreas con mayor densidad de población y por ende las más vulnerables por cantidad de personas. así mismo se diferencia la densidad de la población en las áreas rural y urbana para Cundinamarca y para las localidades en Bogotá. 7) Identificar el número, la proporción y la densidad total de la población por edad y de manera comparativa por municipio y por localidad. Determinar cuál es la población más vulnerable diferenciada por edad y sexo. 8) Identificar madres cabeza de familia por municipio y localidad en

Consideraciones Conceptuales	<p>Bogotá.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se considera con mayor grado de exposición, los municipios y localidades con mayor densidad poblacional, donde adicionalmente exista una proporción importante de madres cabeza de familia, menores de edad y personas de la tercera edad, altamente sensibles.
Fuente de Datos	<p>Censos provenientes del DANE para los años 1985 a 2005 y proyecciones del DANE desde 2006 a 2020., utilizando la metodología del DANE, proyección de población para el año 2050.</p> <p>Los rangos de clasificación para los análisis se basan en los lineamientos dados por el MADS para la elaboración de POMCAS y para el entorno urbano se redistribuyeron a partir de los datos encontrados mediante cuantiles y clasificación mediante umbrales naturales (<i>Jenks natural breaks</i>).</p> <p>La información referente a susceptibilidad a inundaciones, remoción en masa, degradación de suelos e incendios, es tomada de IDEAM, 2010.</p>
Análisis	<p>Este indicador presenta la información cartográfica por cada municipio y localidad, relacionada con las condiciones demográficas de la población. El análisis se hace de manera independiente y cada variable se analiza por separado. El resultado demográfico se cruza con variables relacionadas con amenazas por eventos como inundaciones, remoción en masa y degradación de suelos. Lo anterior permite conocer la exposición de la población ante estos extremos, de manera diferenciada. Al final del ejercicio se obtiene una matriz categorizada y un mapa que indique las condiciones demográficas de la población por cada territorio. Como resultado final del análisis se debe poder determinar cuál es la población más vulnerable según condiciones demográficas para identificar posteriormente posibles medidas de adaptación.</p>
Línea base	<p>Consolidación de la información disponible por el DANE para los años 1985 a 2020, estructurada en una geodatabase para facilitar los análisis de vulnerabilidad (ver producto 4 del presente contrato)</p>

Tabla 14. Ficha metodológicas para el cálculo del indicador de vulnerabilidad según condiciones demográficas

2. Vulnerabilidad por condiciones socio económicas	
Definición Técnica/Resumen Metodológico	<p>Uno de los aspectos fundamentales de la adaptación al cambio climático es conocer cómo este afecta los sistemas económicos y sociales. Por consiguiente las intervenciones de adaptación deben buscar que las sociedades sean más resilientes al cambio climático y menos susceptibles, con el fin de disminuir su vulnerabilidad económica, social y a su vez se aumente su capacidad de adaptación. El presente indicador busca determinar cómo se ven afectados e</p>

<p>Consideraciones Conceptuales</p>	<p>impactados los sistemas económicos principales y algunos factores esenciales sociales, tales como fuentes de ingresos, (con énfasis en los sistemas productivos agrícolas) de los Municipios que conforman el Departamento de Cundinamarca y las Localidades de la ciudad de Bogotá. Lo anterior permitirá comprender cuáles son los factores socio-económicos principales que afectan a la población.</p> <p>Los factores a considerar y las etapas de su desarrollo son las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 4) Indicar los PIB per cápita municipal, por localidad y ubicar la población con mayores y menores ingresos. Así mismo identificar la estructura productiva principal municipal (por ejemplo turismo, servicios, industria, agricultura, etc.) 5) Determinar el porcentaje de la población que vive por debajo de la línea de pobreza, según índice de pobreza multidimensional, en cada municipio y localidad. Lo anterior debido a la presunción de que las poblaciones con menores ingresos tienen una menor capacidad de respuesta, de adaptación y por tanto pueden ser más sensibles a los efectos del cambio climático. 6) Identificación de la estructura productiva principal. <ul style="list-style-type: none"> - Identificar los municipios y localidades con menores ingresos. - Priorizar el análisis teniendo en cuenta las exposiciones a inundaciones y la sensibilidad a degradación de suelo, remoción en masa e incendios forestales.
<p>Fuente de Datos</p>	<p>Información relacionada con PIB y estructura productiva reportada en el documento de Estadísticas de Cundinamarca, 2010 producido por la Secretaría de Planeación de la Gobernación de Cundinamarca.</p> <p>Índice de pobreza multidimensional reportada en la encuesta multipropósito para Bogotá, por el DANE – SDP, 2011 y para Cundinamarca DANE, 2007.</p> <p>La información referente a exposición por inundaciones, remoción en masa, degradación de suelos e incendios, es tomada de IDEAM, 2010.</p>
<p>Análisis</p>	<p>Este indicador presenta la información cartográfica por cada municipio y localidad, relacionada con las condiciones socio-económicas de la población. El análisis se hace de manera independiente y cada variable se analiza por separado. Cada dato y resultado se cruza con amenazas por eventos como inundaciones, remoción en masa, degradación e incendios.</p> <p>Lo anterior permite conocer cómo se podría ver afectada la población de manera diferenciada, según sus condiciones sociales y económicas. Al final del ejercicio se obtiene un mapa que indica los municipios más vulnerable.</p>
<p>Línea base</p>	<p>Consolidación de la información disponible por el DANE – SDP y Gobernación de Cundinamarca estructurada en una geodatabase para facilitar los análisis de</p>

vulnerabilidad (ver producto 4 del presente contrato).

Tabla 15. Ficha metodológicas para el cálculo del indicador de vulnerabilidad según condiciones socioeconómicas

3. Vulnerabilidad a sistemas de producción agrícola	
Definición Técnica/Resumen Metodológico	<p>Los sistemas agrícolas están expuestos a las amenazas directas del clima, desde el punto de vista biofísico y ecosistémico. Además de ello, son muy sensibles al cambio climático, y por otro lado representan también una fuente importante de generación de emisión de gases efecto invernadero, por efectos relacionados con la transformación del suelo, su degradación, y en algunos casos de conflicto por uso del mismo. Adicionalmente, son altamente dependientes de los servicios hidrológicos de los ecosistemas (uno de los elementos principales del presente estudio). Por otro lado, es importante tener en cuenta que gran parte de la población en los municipios del Departamento de Cundinamarca, obtienen sus ingresos y sustento a partir de los sistemas productivos agrícolas, los cuales son importantes no sólo desde el punto de vista social y económico, sino también desde la producción de alimentos para la población.</p> <p>Este indicador busca conocer qué tan sensibles son estos sistemas productivos para poder comprender su vulnerabilidad a efectos relacionados con los cambios climáticos.</p> <p>Los factores a considerar y las etapas de su desarrollo son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none">3) Identificar y localizar los tipos de coberturas y usos principales asociados4) Identificar tierras agrícolas con cambios en la disponibilidad hídrica. <ul style="list-style-type: none">- Consideración del tamaño de los predios (Disponible solo para el área de la CAR), bajo el supuesto de que predios de menos de 10 ha en el área rural pueden ser altamente vulnerables por condiciones socioeconómicas.- Tipos de productos agrícolas más sensibles a los efectos de la variabilidad y el cambio climático.- Determinar la importancia para la región de los cultivos agrícolas seleccionados.
Consideraciones Conceptuales	
Fuente de Datos	<p>Estadísticas de Cundinamarca, 2010 producido por la Secretaría de Planeación de la Gobernación de Cundinamarca.</p> <p>Estadísticas agropecuarias para Cundinamarca, 2011. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Gobernación de Cundinamarca.</p> <p>Mapas de cobertura desarrollados en el marco del presente estudio</p> <p>Modelos de cambios por disponibilidad hídrica realizados en el presente</p>

	estudio
	<p>Para este indicador no existen datos relativos a las localidades de Bogotá. Se asume que no hay actividades agrícolas.</p> <p>La información referente a susceptibilidad a inundaciones, remoción en masa, degradación de suelos e incendios, es tomada de IDEAM, 2010.</p>
Análisis	<p>El resultado final de este indicador es un mapa que muestra la ubicación y tipos de coberturas de la tierra y productos agrícolas predominantes en la Región. Por un lado estos resultados se sobreponen con los resultados de los modelos de cambios por disponibilidad hídrica para poder determinar o comprender cómo estos se ven afectados por condiciones hidrológicas.</p>
Línea base	<p>Consolidación de la información disponible en el anuario geoestadístico y estadísticas agropecuarias estructurada en una geodatabase elaborada para facilitar los análisis de vulnerabilidad (ver producto 4 del presente contrato)</p>

Tabla 16. Ficha metodológicas para el cálculo del indicador de vulnerabilidad según la producción agrícola

4. Vulnerabilidad de asentamientos humanos	
Definición Técnica/Resumen Metodológico	<p>Como se mencionó en el indicador anterior, los efectos y consecuencias del cambio climático se dan principalmente sobre la población y sobre los ecosistemas. Los asentamientos humanos corresponden a los lugares donde se establece la población. De acuerdo con lo anterior es necesario localizar e identificar los diferentes asentamientos humanos de los municipios de Cundinamarca y las localidades de la ciudad de Bogotá, para determinar sus niveles de exposición a los efectos del cambio climático.</p> <p>Para el desarrollo del presente indicador se debe identificar y localizar los principales asentamientos humanos con el fin de conocer su localización espacial y la distribución de la población en el área de estudio, y las futuras áreas de expansión urbana según los POT.</p>
Consideraciones Conceptuales	<ul style="list-style-type: none"> - Priorizar los asentamientos humanos que se encuentren en riesgo por eventos de inundación, remoción en masa y degradación de suelos. - Análisis del impacto sobre áreas previstas para expansión urbana con estadísticas relacionadas con inundación y proyecciones a futuro sobre la red de drenajes, y las distancias a núcleos urbanos para dar idea de noción de cambio en la vulnerabilidad frente a estos factores.
Fuente de Datos	<p>Cartografía base generada por IGAC para el departamento de Cundinamarca y Bogotá, disponible a escala 1:25.000. Los asentamientos fueron agrupados mediante una agregación a 250 m.</p> <p>Las áreas de expansión urbana se obtuvieron a partir del consolidado de los</p>

Análisis	<p>POT (Mariño y PROSIS, 2004).</p> <p>La información referente a susceptibilidad a inundaciones, remoción en masa, degradación de suelos e incendios, es tomada de IDEAM, 2010.</p> <p>Una vez identificados los asentamientos humanos principales se obtendrá como resultado final la cartografía que muestra la localización y ubicación de los asentamientos. Estos resultados se analizan teniendo en cuenta los instrumentos de ordenamiento, de planificación territorial, las áreas totales construidas, la expansión urbana y aspectos hidrológicos y de amenazas por eventos como inundaciones, remoción en masa y degradación de suelos. El análisis de todo lo anterior determinará como producto la vulnerabilidad de los asentamientos con el objeto de priorizar e identificar medidas de adaptación.</p>
Línea base	<p>Consolidación de la información IGAC, estructurada en una geodatabase elaborada para facilitar los análisis de vulnerabilidad (ver producto 4 del presente contrato)</p>

Tabla 17. Ficha metodológicas para el cálculo del indicador de vulnerabilidad según el tipo y distribución de asentamientos humanos.

5. Vulnerabilidad de viviendas y accesos a servicios públicos	
<p>Definición Técnica/Resumen Metodológico</p>	<p>Tomando como referencia el “índice de seguridad de la propiedad (STI por sus siglas en inglés)” del qué habla la meta del milenio No. 7 relacionada con la sostenibilidad ambiental (Martine & Schensul, 2013), no es suficiente sólo con conocer la vulnerabilidad de una población frente al cambio climático, sin antes identificar de fondo la manera como esta vive, la calidad de sus viviendas, los materiales de construcción y el acceso a servicios públicos que tiene esta población. A partir del escenario anterior, este indicador permite conocer qué tan vulnerables son las poblaciones de los Municipios del Departamento de Cundinamarca y las Localidades de la ciudad de Bogotá, teniendo en cuenta sus condiciones de vivienda y de acceso a servicios públicos.</p> <p>Para ello los factores a considerar y las etapas para su desarrollo son las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 5) Indicar la distribución espacial de las viviendas según el material de construcción de las paredes. Lo anterior permite conocer la calificación de cada vivienda para analizar su resistencia y exposición. 6) Identificar para cada municipio el acceso a servicio de agua potable y alcantarillado, recolección de basuras. 7) Identificar para cada municipio acceso a servicio de energía eléctrica. 8) Determinar si se encuentra exposición a inundaciones, remoción en masa e incendios.

Consideraciones Conceptuales	<ul style="list-style-type: none"> - Priorizar las viviendas con materiales menos resistentes - Priorizar las viviendas con menor acceso a servicios públicos - Priorizar las viviendas con riesgo a inundación, deslizamientos, incendios.
Fuente de Datos	<p>Información disponible en Estadísticas de Cundinamarca, 2010 producido por la Secretaría de Planeación de la Gobernación de Cundinamarca.</p> <p>La información referente a susceptibilidad a inundaciones, remoción en masa, degradación de suelos e incendios, es tomada de IDEAM, 2010.</p>
Análisis	<p>El resultado final de este indicador es un mapa que relaciona las condiciones de vivienda de la población y su acceso a servicios públicos. Analizar las anteriores condiciones permite identificar y priorizar acciones o medidas de adaptación con el fin de facilitar la toma de decisiones, la formulación de políticas en este sentido o la reorientación de algunos de instrumentos de planificación territorial. De conformidad con lo anterior, unas condiciones de vivienda adecuadas y con acceso suficiente y permanente de servicios públicos, puede aumentar la capacidad de resiliencia y la capacidad de adaptación de la población. Así mismo este producto se sobrepone con las amenazas por eventos como inundaciones, deslizamientos e incendios para poder así determinar la exposición y vulnerabilidad de las viviendas frente a estos eventos.</p>
Línea base	<p>Consolidación de la información relacionada con tipo de vivienda y acceso a servicios, estructurada en una geodatabase elaborada para facilitar los análisis de vulnerabilidad (ver producto 4 del presente contrato)</p>

Tabla 18. Ficha metodológicas para el cálculo del indicador de vulnerabilidad según tipo de vivienda y acceso a servicios públicos.

6. Vulnerabilidad de la infraestructura y proyectos de explotación de suelo y subsuelo	
Definición Técnica/Resumen Metodológico	<p>La infraestructura tiene un papel fundamental en la adaptación frente al cambio climático, no sólo porque esta se ve afectada ante fenómenos naturales extremos, sino porque de esta depende el funcionamiento y la sostenibilidad de los sistemas económicos sobre los cuales se sustentan los medios productivos y de vida de una población. Así mismo es importante entender la infraestructura bajo un significado amplio, teniendo en cuenta que contar con una infraestructura de protección rentable o un sistema de alertas tempranas confiable, significa poder agrupar un mayor número de personas, en densidades más altas y en lugares más seguros, con el fin de reducir la exposición a las amenazas del cambio climático. Otro ejemplo sería la construcción de infraestructura de protección contra diversos fenómenos meteorológicos extremos o para la producción de energías renovables. Lo anterior, generaría impactos colaterales positivos en los medios de vida</p>

	<p>locales y por ende, en el desplazamiento de las personas.</p> <p>El análisis de las variables que a continuación se exponen, permite localizar la infraestructura municipal, departamental (Cundinamarca), del Distrito Capital, para conocer cómo la población tiene el acceso sobre la misma y para conocer su nivel de riesgo y de vulnerabilidad. Se busca identificar o medir la predisposición que tiene la infraestructura que se está evaluando frente a efectos del cambio climático y cómo esta puede contribuir con medidas de adaptación.</p> <p>Los factores a considerar y las etapas de su desarrollo son las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 7) Identificar la infraestructura vial departamental y de la ciudad de Bogotá y su grado de exposición a inundaciones y eventos de remoción en masa 8) Identificar y ubicar centros de salud. 9) Identificar y ubicar centros educativos. 10) Identificar y ubicar la infraestructura eléctrica de alta tensión. 11) Identificar y ubicar bloques de hidrocarburos y de minería. 12) Identificar y ubicar represas altamente vulnerables por cambios ecohidrológicos.
Consideraciones Conceptuales	<ul style="list-style-type: none"> - Infraestructura localizada en áreas de amenaza a inundación o remoción es masa presenta mayor exposición.. - El tipo de infraestructura en áreas de mayos exposición a eventos de cambio climático, determina en gran medida la vulnerabilidad.
Fuente de Datos	<p>Cartografía base IGAC, hidrocarburos tomado ANH, 2013, Solicitudes y títulos mineros, Ministerio de Minas y Energía, 2010. Herramienta Tremarctos Colombia, 2013.</p>
Análisis	<p>Este indicador presenta la información cartográfica relacionada con la infraestructura y sus proyecciones para la región Bogotá – Cundinamarca. El análisis se efectúa de manera desagregada y cada variable se analiza por separado. Cada dato y resultado se sobrepone con variables relacionadas con la población, con sus aspectos hidrológicos y se cruza con los resultados de las variables de amenazas. Lo anterior permite conocer la exposición de la infraestructura y de la población para al final obtener un mapa que indique las amenazas por nivel de vulnerabilidad del territorio y de su población. Lo anterior permite priorizar áreas e identificar posibles medidas de adaptación que aumenten la capacidad de respuesta de la infraestructura.</p>
Línea base	<p>Consolidación de la información disponible, relacionada con tipo de infraestructura, estructurada en una geodatabase elaborada para facilitar los análisis de vulnerabilidad (ver producto 4 del presente contrato)</p>

Tabla 19. Ficha metodológicas para el cálculo del indicador de vulnerabilidad según tipo la infraestructura existente.

7. Vulnerabilidad asociada a servicios hidrológicos	
Definición Técnica/Resumen Metodológico	<p>El aumento de la demanda de agua, junto con el cambio climático futuro incierto y potencial cambios en la frecuencia e intensidad de las inundaciones y las sequías significa que muchas áreas alrededor del mundo podrían enfrentar una disminución de la seguridad del agua en el futuro (Postel y Wolf, 2001; Gleick y Palaniappan, 2010), con un 80% de la población mundial estima a ser afectados por el alto nivel de riesgo para la seguridad del agua (Vörösmarty, 2010; Bakker, 2012). Países de ingresos bajos es probable que sean más afectados (Hope et al., 2012), pero también tienen la menor capacidad de mitigar estos riesgos, ya que a veces carecen de la capacidad y los recursos para invertir en la infraestructura de gestión de los recursos hídricos y de las instituciones. En el contexto de este trabajo, definimos la seguridad del agua como la capacidad de una población para garantizar el acceso sostenido al agua en términos de agua cantidad, regulación y calidad (Mulligan, 2013a). Por tanto, con relación al cambio climático, el análisis se centra en la escasez de agua que se podría generar y se define como la relación entre el uso del agua (demanda), la disponibilidad (suministro) y la calidad de la misma. Esta última se define como el número de personas a las cuales se les degradaría el suministro de agua por acciones antrópicas o por los impactos del cambio climático sobre los sistemas hídricos (definido aquí como agua con un índice de la huella humana de > 50%).</p> <p>El indicador pretende finalmente identificar áreas en las cuales los ecosistemas naturales son claves para reducir la vulnerabilidad a los impactos del cambio climático y a otras presiones de cambio asociadas.</p> <p>Los factores y sub-indicadores a considerar y las etapas de su desarrollo son las siguientes:</p>
Título	<p>Sub indicador 1: Cantidad de agua disponible</p>
Definición Técnica/Resumen Metodológico	<p>Cantidad de agua normalmente se relaciona con la cantidad total de agua transmitida por una cuenca dada por unidad de área y en un cierto período de tiempo. La cantidad de agua puede ser expresado en diferentes métricas. Proponemos aquí "producción de agua superficial " (SWY) (mm año - 1) como una alternativa a los servicios de expresar la cantidad de agua producida por unidad de superficie en un punto determinado y en una escala temporal de un año. El indicador se puede expresar como:</p> $SWY \text{ (mm year-1)} = \sum_{np}^{i=1} \frac{SWYp}{Np}$ <p>Dónde:</p>

	<p>SWY es el rendimiento promedio del agua superficial de la cuenca en estudio.</p> <p>SWYP es la producción de agua superficial por píxel o unidad espacial de cálculo (ei km2) .</p> <p>Np es el número de píxeles o unidades espaciales de análisis de la cuenca en estudio.</p> <p>Esta medida generalmente se puede implementar en la configuración de datos ricos y pobres, y se puede utilizar para obtener el indicador de estrés hídrico en relación con los datos de población (el componente de estrés inducido por cambio climático).</p>
<p>Título</p> <p>Definición Técnica/Resumen Metodológico</p>	<p>Sub indicador 2: Regulación del agua</p> <p>Otro componente de la seguridad hídrica que se puede ver afectado el cambio climático es la regulación del agua. Esta se refiere al mantenimiento de los flujos de la estación seca o se debe a efectos amortiguadores en la cuenca, naturales o artificiales (reducción de flashiness flujo) con potencial para reducir las inundaciones (Van Noordwijk 2005 ; Porras et al 2008). Para este análisis, la regulación puede ser expresada en términos del mantenimiento de disponibilidad hídrica superficial o flujos base en los ríos, en términos de la capacidad de almacenamiento / efectos amortiguadores de los sistemas naturales o de los regímenes de la disponibilidad estacional de agua y su cambio.</p> <p>Proponemos aquí " Índice de estacionalidad " (SI) (%) como la relación entre la disponibilidad de agua en la estación seca , en comparación con el SWY anual. Este es un indicador de la disponibilidad de agua en los meses más secos del año como un proxy para la regulación de agua dulce que necesita ser mantenido a través de medidas de adaptación, bajo una situación de cambio climático. Cualquier cambio en el índice implicaría cambios en las funciones de regulación de la cuenca (también en infraestructura física o natural), que pueden afectar o mejorar el suministro de agua dulce para los seres humanos y el medio ambiente. El indicador se puede expresar como:</p> $SI (\%) = \frac{\sum_{Np}^{i=1} \frac{SWY_{dm}}{Np}}{SWY}$ <p>SI es el índice de estacionalidad (%).</p> <p>SWYdm es el rendimiento promedio del agua superficial en los meses secos por píxel o unidad espacial de cálculo (ei km2) para la cuenca en estudio.</p> <p>Np es el número de píxeles o unidades espaciales de análisis de la cuenca en estudio.</p> <p>SWY es el rendimiento promedio del agua superficial de la cuenca en estudio.</p> <p>Esta medida generalmente se pueden implementar en la configuración de datos ricos y pobres, y se puede utilizar para obtener indicadores de estrés hídrico estacional, en relación con los datos de población (el componente de estrés estacional inducido por cambio climático).</p>

	<p>Dónde:</p> <p>WSI es un índice de estrés hídrico (%).</p> <p>SWY es el rendimiento promedio del agua superficial de la cuenca en estudio.</p> <p>Wd es la demanda de agua dado que la población multiplicada por un usuario definido por la demanda doméstica e industrial per cápita. La oferta y la demanda se calculan para cada mes. La demanda agrícola se incorpora en el SWY y se puede dividir para el cálculo de métricas de seguridad de alimentos.</p>
Título	Sub indicador 5: Estrés hídrico debido a reducciones de calidad hídrica
Tipo de indicador	<p>Indicadores de bienestar hídrico para las poblaciones humano : Conexión con servicios hídricos efectivamente usados por comunidades humanas y que podrían verse impactados por el cambio climático y otro factores de acción entrópica</p> <p>También podemos utilizar un indicador de estrés hídrico cuando el deterioro del suministro de agua no es el que plantea problemas de cantidad de agua, sino por la cantidad de agua impactada por actividades humanas y el cambio climático, en términos de calidad.</p> <p>Se propone aquí un " Índice de estrés hídrico debido al deterioro de la calidad del agua " (WQ) (%) en la medida en que el agua que se ve afectada por las actividades humanas .</p> <p>El indicador se puede expresar como:</p> $WSIq (\%) = (SWY - WQ) / Wd$ <p>Dónde:</p> <p>WSIq es un índice de estrés hídrico debido a la caída en la calidad del agua (%) .</p> <p>SWY es el rendimiento promedio del agua superficial de la cuenca en estudio.</p> <p>WQ es el índice de la calidad del agua bruta.</p> <p>Wd es la demanda de agua dado que la población multiplicada por una definida por el usuario per cápita nacional o regional.</p>
Título	Sub indicador 6: Riesgo de inundaciones
Tipo de indicador	<p>Indicadores de bienestar hídrico para las poblaciones humano : Conexión con servicios hídricos efectivamente usados por comunidades humanas y que podrían verse impactados por el cambio climático y otro factores de acción entrópica</p>
Definición Técnica/Resumen Metodológico	<p>El indicador determina las poblaciones bajo riesgo de inundación y vulnerables, biofísicamente, a inundaciones derivadas como resultado de la acción del cambio climático en la zona.</p>
<p>Sub indicador 7: Indicador de ecosistemas de agua dulce clave para suministro hídrico que podrían ser vulnerables al cambio climático</p>	

Ecosistemas y los servicios que estos ofrecen, para enfrentar y recuperarse de los efectos de los daños asociados con la variabilidad y el cambio climático o la manera como se degradan, deben tener en cuenta en el proyecto.

Para ello se define un indicador que describe la extensión total de las áreas de ecosistemas clave para los servicios de agua dulce tal como se define en el indicador 1 de cantidad de agua.

Este proceso se calcula como sigue:

$$CNC_f = \alpha WSI + \beta WSIq$$

Cuando CNCF es el indicador de ecosistema crítico para suministro de agua es el resultado de la media ponderada entre los índices de estrés hídrico (WSI) por cantidad de agua y un índice de estrés hídrico de la calidad del agua (WSIq). Con α y β los pesos asignados por el investigador basados en la opinión de expertos o derivados empíricamente. Este indicador tiene una unidad de 1 a 100.

Los métodos y fundamentos para el cálculo de un indicador de seguridad hídrica. Con el fin de crear el indicador, es necesario:

Definir los problemas de seguridad hídrica en las áreas de interés y en términos de ecosistemas importantes en el suministro de agua de alta calidad.

Determinar los servicios principales de agua dulce en la zona, los ecosistemas que proporcionan esos servicios, las prestaciones de servicios relacionados con dichos servicios y los beneficiarios.

Determinar la información disponible de buena calidad para realizar el estudio.

Determinar soluciones científicas para captar la oferta de servicios de los ecosistemas a los beneficiarios a través de prestaciones de servicios claramente definidos (por ejemplo, agua para el uso doméstico del agua, agua potable, agua para agricultura, entre otros).

Implementar un marco espacialmente explícito para explorar los niveles naturales de los servicios de agua dulce, en calidad, cantidad y regulación, de acuerdo con los indicadores de agua dulce descritas anteriormente.

Modelado. El marco debe utilizar modelos basados en procesos, lo que permitiría una identificación no dependiente de los datos de las sinergias entre los ecosistemas que proporcionan servicios y beneficiarios de servicios. Los buenos modelos basados en procesos basados en la buena explicación de los procesos biofísicos pueden conducir a las conclusiones correctas, incluso en contextos de datos pobres Mulligan (2013).

El seguimiento de los indicadores en el tiempo. Con una escala temporal de no menos de un año para observar los cambios significativos debido a la disyuntiva entre la resolución temporal de la recogida de datos (es decir, teledetección tipos de cobertura del suelo, etc) y su resolución espacial (es decir, la pérdida de bosques en un año. Esto depende de la escala espacial de

Fuente de Datos	<p>análisis.</p> <p>Los datos mínimos requeridos para este análisis incluye climática, la cubierta vegetal y los datos topográficos. Los datos de población también son necesarios para calcular los indicadores de vulnerabilidad hídrica de comunidades humanas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Datos climáticos incluyen datos de precipitación y temperatura media. Fuentes incluyen, IDEAM, CAR, PRICC. - Fuentes de cobertura de suelo que pueden ser mapas de hábitats como los derivados por CI en la geo-database de este proyecto. Otras fuentes pueden incluir MODIS VCF (Hansen, et al . 2006). - Los datos topográficos incluye DEM (modelos digitales de elevación) de HydroSHEDS (GRDC, 2007), así como cuencas conjuntos de datos, como los GRDC cuencas o HydroSHEDS mayores. - Datos Landsat para información de población.
Análisis	<p>Desagregación.</p> <p>Los sub-indicadores se calculan por separado y luego se colapsan en un indicador de vulnerabilidad de la seguridad hídrica.</p>
Línea base	<p>El indicador y los sub-indicadores se calculan para una línea base eco-hidrológica usando la información histórica suministrada por el IDEAM y el proyecto PRICC, así como la mejor información de cobertura actual disponible buscando entender el nivel de los indicadores en un nivel de clima actual.</p>
Cambio climático año 2041-2070	<p>El indicador y los sub-indicadores se calculan para el escenario de cambio climático procesado con información IDEAM, de WorldClim y Conservación Internacional para explorar los cambios en los indicadores para generar una noción de vulnerabilidad.</p>

Tabla 20. Ficha metodológicas para el cálculo del indicador de vulnerabilidad según servicios hidrológicos.

8. Indicador: Vulnerabilidad por cambios de hábitat y pérdida potencial de biodiversidad

Definición
Técnica/Resumen
Metodológico

Un aspecto relevante en la adaptación al cambio climático es aumentar la capacidad que tienen los ecosistemas y los servicios que estos ofrecen, para enfrentar y recuperarse de los efectos de los daños asociados con la variabilidad y el cambio climático. Las intervenciones de adaptación deben buscar que los ecosistemas sean menos susceptibles a estos posibles impactos, y promover acciones de “no arrepentimiento” para asegurar la integridad de los ecosistemas.

El indicador pretende identificar áreas en las cuales la biodiversidad puede ser más sensible a los impactos del cambio climático y otros motores de cambio asociados.

Los factores a considerar y las etapas de su desarrollo son las siguientes:

9. Obtención, depuración y consolidación de registros e información ecológica sobre biodiversidad sensible.
10. Análisis de la distribución espacial de las especies sensibles seleccionadas en escenario climático presente.
11. Identificación de áreas con alta vulnerabilidad actual debido a presiones por cambio de uso para la biodiversidad sensible.
12. Análisis de la distribución espacial de las especies sensibles seleccionadas en escenario climático futuro.
13. Identificación de áreas con alta vulnerabilidad por pérdida de biodiversidad en escenario futuro (variaciones significativas en el áreas de distribución potencial, baja representatividad en áreas protegidas).
14. Generación de matrices de categorización de especies por los eventuales niveles de vulnerabilidad predichos.
15. Identificación de ecosistemas más vulnerables y cambios posibles.
16. Análisis de las áreas protegidas en función de los cambios previstos en los ecosistemas.

Consideraciones
Conceptuales

Análisis de vulnerabilidad a partir del desarrollo de modelos de distribución de especies y ecosistemas

Dos aproximaciones principales han sido desarrolladas para evaluar el impacto potencial del cambio climático sobre la biodiversidad a nivel de especies; el desarrollo de modelos de distribución de especies (MDE) bajo diferentes escenarios de cambio y el diseño y desarrollo de Índices de Vulnerabilidad (Rowland et al. 2011). Se hará uso de los MDE como herramienta para identificar las áreas con mayor vulnerabilidad potencial por pérdida de biodiversidad dentro de la extensión de estudio.

Los MDE son espacialmente explícitos y permiten identificar las áreas y porcentajes de cambio en la distribución potencial de una especie como producto del cambio climático. Si bien esta herramienta de investigación científica cuenta hoy en día con más de 15 años de desarrollo, en la literatura técnica de amplia difusión, no se ofrecen explicaciones básicas sobre los dos conceptos que la delimitan, dándose muchos de ellos por entendido, por esa razón presentamos una explicación básica de los conceptos de Modelamiento de distribución de especies y de nicho ecológico.

Modelamiento de distribución de especies: Basado en el concepto propuesto por Benito (2007), un modelo es una construcción numérica que define en el espacio ecológico las relaciones que existen entre la presencia de una especie y los valores de variables ambientales que influyen en su distribución geográfica. El resultado de dichas relaciones, se expresa como un mapa digital que representa la idoneidad del hábitat o la probabilidad de presencia de la(s) especie(s) en una extensión geográfica determinada.

Según esta definición, hay cinco elementos importantes en cualquier modelo de distribución de especies: los registros de presencia de la(s) especie(s) modeladas, las variables ambientales definidas y almacenadas como mapas digitales, un algoritmo que analiza la relación entre ambas, un modelo definido en el espacio ecológico, y la representación geográfica del resultado en forma de mapa.

Es importante señalar, que a pesar de que el concepto general de modelo ofrecido anteriormente se muestra sencillo, dentro de un ejercicio normal de modelamiento existen etapas obligatorias que presentan gran criticidad y complejidad, y de las cuales depende en gran medida la certidumbre, ajuste y confiabilidad biológica presentado por los modelos desarrollados. Un ejemplo de esto se relaciona con la recopilación, depuración y preparación de registros de especies y variables ambientales utilizadas, ya que los mismos pueden provenir de un gran número de fuentes con diferentes grados de confiabilidad, y por lo tanto se hacen necesarias etapas previas de sistematización y análisis de información para garantizar su confiabilidad. En estos procesos normalmente se hace uso de diferentes paquetes informáticos y de sistemas que permiten su desarrollo eficientemente.

Nicho Ecológico de especies: Diferentes autores coinciden en que una de las principales debilidades teóricas identificadas en las investigaciones que hoy en día basan sus interpretaciones en el uso del modelamiento de nichos ecológicos de especies, consiste justamente en el escaso conocimiento que se tiene en el concepto de nicho (Soberón, 2007, Kearney, 2006), por lo que muchos de estos ejercicios terminan concluyendo apreciaciones que se alejan del significado biológico de los especies objeto de sus investigaciones.

Al igual que muchos otros conceptos propuestos en ecología, el de nicho ecológico ha sido objeto de una amplia dinámica y evolución desde que autores como Darwin o Humbolth, comenzaran a introducirlo en sus descripciones. Hutchinson (1957, 1978) recopila las características expresadas en las definiciones propuestas por Grinnell (1917) y Elton (1927) para redefinir el concepto más aceptado en la actualidad sobre nicho ecológico, y sobre el cual se basan los ejercicios de modelamiento. Este propone que “el nicho ecológico es un hipervolumen en un espacio ecológico multidimensional, determinado por los requerimientos de la especie para reproducirse y sobrevivir”. Según esta definición, cada dimensión del nicho representa una variable ambiental importante para la supervivencia de las especies. Las variables que dan forma al nicho ecológico de la(s) especie(s) pueden ser bióticas o abióticas, y pueden representarse mediante valores numéricos (como la temperatura), u otros tipos de valores (como la textura del suelo).

Finalmente es importante tener en cuenta que la aplicabilidad del concepto de nicho en el desarrollo de ejercicios de modelamiento, depende en buena parte de su adecuada interpretación, ya que factores tales como extensión geográfica de las especies modeladas o especificidad de variables ambientales seleccionadas, pueden influenciar el análisis de los resultados obtenidos.

Respecto a los ecosistemas se utilizará como referencia el mapa de ecosistemas (Etter et al, 2008) y se analizará con base al estrés hídrico. Esto permitirá establecer tendencias de cambio en ecosistemas de alta montaña, páramo y zonas secas, principalmente.

Adicionalmente se evaluará el estatus de conservación de los ecosistemas, actuales y posibles, teniendo en cuenta las áreas protegidas existentes actualmente.

Fuente de Datos

Este indicador se basa en información espacial que identifica las áreas y porcentajes de variación en la distribución geográfica de la biodiversidad sensible, en la extensión de estudio bajo dos escenarios de tiempo. Los parámetros y características de la información de línea base que conducen a su generación se describen a continuación:

Información Biológica

Revisión de información: Se consultan diferentes fuentes de información que incluyen registros de especímenes de museos, publicaciones, bases de datos en línea, de donde se obtienen registros para la extensión definida para el desarrollo de los análisis. Para su estandarización y análisis estos registros se encuentran bajo las especificaciones técnicas del sistema de información *Ara* Colombia

Integridad taxonómica: La taxonomía de todos los registros son actualizadas a las autoridades vigentes (Frost 2012, Remsen et al. 2012, Craig Ventur Insitute 2012, Solari et al *en press*). En esta medida es necesario actualizar las sinonimias y revisar la integridad de las bases de datos en cuanto a la escritura de los nombres científicos.

Especies sensibles: Para elaborar el listado de especies sensibles presentes en la extensión de estudio, se revisa y actualiza para cada una de las especies las categorías de amenaza a nivel global (IUCN 2012) y nacional (MAVDT 2010), y su rango de distribución en cuanto a identificar las especies endémicas (Stiles 1997, Salaman et. al 2009) o migratorias (MAVDT y WWF Colombia 2009, Moreno 2009, Salaman et. al 2009).

Dentro de la información recopilada se consignan registros sobre importantes objetos de conservación, los cuales se definen para el presente proyecto como las especies focales o de importancia cultural representativas de la biodiversidad que pueden ser monitoreadas, y que permiten a través de la evaluación de sus cambios, diseñar y direccionar los esfuerzos que para la conservación y preservación se implementen sobre un área determinada.

Finalmente es importante señalar que una adecuada selección de especies incluirá además de un número de registros representativo dentro de la extensión de estudio, la identificación de aspectos ecológicos que haga de las mismas indicadores útiles, de posibles alteraciones en una comunidad biológica completa por los efectos estudiados.

Revisión localidades y georeferenciación: La revisión y depuración de las localidades se hace con base en el estándar para la Georeferenciación de registros biológicos y gaceteros digitales del Instituto Humboldt (Sua et al 2005). Según lo indicado primero se depuraran y estandarizan los nombres de las localidades desde el valor jerárquico más puntual al más general. Para ello se ubican los descriptores geográficos para cada localidad con la ayuda de la división político administrativa (DIVPOLA, DANE 2012), la cartografía base oficial (Geoportal, IGAC 2012) y la división veredal con el fin de complementar la información faltante en cuanto a municipios, centros poblados y topónimos físicos y/o culturales. Para la georeferenciación, se ubican las coordenadas para cada localidad con el uso de varias herramientas utilizadas simultáneamente como Geoportal IGAC, Google Earth y DIVIPOLA.

Variables ambientales:

Para estimar la vulnerabilidad por pérdida de biodiversidad, los modelamientos

considerarán la vinculación de las siguientes variables ambientales:

- Cobertura de la tierra actual. En esta variable se incluirán aquellas coberturas determinantes de hábitats acuáticos y serán un indicador de las afectaciones probables sobre los ecosistemas.
- Ecosistemas
- Áreas protegidas
- Temperatura media (actual y proyectada)
- Precipitación media
- Escenarios futuros de cambio climático (Tabor, K. and Williams, J. W., 2010).

Proceso de modelamiento

Etapa 1: Preparación de bases de taxonómicas(registros biológicos)

El proceso de preparación de las bases de datos biológicas consiste en la aplicación de una serie de filtros para descartar los registros que no cumplan las condiciones necesarias para ser incluidos en los ejercicios de modelamiento del nicho ecológico. Los filtros aplicados son:

- Eliminación de registros que no coincidan espacialmente con el área efectiva de estudio.
- Eliminación de registros con coordenadas iguales para una misma especie.
- Eliminación de registros con coordenadas ubicadas en un mismo pixel para una misma especie (conforme a la resolución espacial de las variables de modelamiento).

Etapa 2: Análisis Exploratorio de las bases de datos

Una vez consolidadas las bases de datos sobre biodiversidad, se desarrollarán análisis geo-estadísticos con las presencias efectivas de las especies, para determinar los tipos de agrupamiento espacial que presentan los datos de cada taxa evaluado. Este análisis se hace con el propósito de reducir el sesgo de sobre predicción o ajuste que arrojen los modelos probabilísticos, causados por la dispersión espacial de los registros de ocurrencia de las especies. Para corregir este error por los tipos de ocurrencia, durante la fase de modelamiento se complementan los algoritmos de modelamiento con reglas de ejecución que determinan matrices de distancias (cercasas o alejadas de las ocurrencias según sea el caso), que permiten que los estimadores no se sobre-predigan para un región determinada.

Etapa 3: Modelamiento del Nicho Ecológico

El objetivo de utilizar los modelos del nicho ecológico para el desarrollo del presente indicador, es el de generar los rangos de distribución de las especies sensibles que permitan entender sus patrones de distribución en dos escenarios de tiempo, especialmente en aquellas áreas donde las condiciones ambientales son propicias para su subsistencia pero donde no existen registros en las bases de datos actuales (Elith et al 2010). Los procedimientos seguidos para la modelación incluyen la selección de algoritmos de modelamiento adecuados, el diseño y desarrollo de procedimientos de cómputo y el desarrollo de las pruebas estadísticas necesarias para evidenciar el ajuste y precisión de los resultados. Una fase final de este ejercicio se relaciona con la organización y espacialización de la información generada a través de sistemas de información geográfico.

Etapa 4: Análisis descriptivo cambios - identificación de vulnerabilidad

En esta etapa, se elaborarán los cálculos descriptivos que muestran la pérdida, ganancia o desplazamiento potencial del área de distribución de las especies sensibles modeladas dentro de la extensión de estudio son desarrollados. Esta información es espacialmente explícita y permite además a través de análisis de complementariedad, identificar las zonas de mayor criticidad que en conjunto presenta la biodiversidad. En esta etapa a su vez se generan matrices descriptivas de categorización, en las cuales a partir de la implementación de métricas sencillas (ganancia, estabilidad, pérdida o desplazamiento de la distribución potencial) (Thomas *et al.* 2011), se identificaran las especies con mayores riesgos ante los potenciales efectos del cambio climático.

Línea base

Las variables referidas para los análisis de vulnerabilidad por pérdida de biodiversidad provendrán de datos obtenidos del presente estudio o de información oficial existente. Los Registros de especies georeferenciados, se consolidarán de la herramienta ARA Colombia, la cual alberga la base de datos más completa y depurada existente en el país. La cobertura actual corresponde a la información oficial para Colombia, generada por el IDEAM a escala 1:100.000 y categorizada mediante la metodología Corine Land Cover. La cobertura proyectada fue elaborada en el marco del presente estudio a partir de la cobertura actual, las proyecciones de crecimiento de centros poblados, estimaciones de cambios altitudinales de ecosistemas por efectos de CC y los lineamientos de suelos de protección, rurales, urbanos y de expansión establecidos en los EOTs de los municipios.

Los datos de variables climáticas y de cambio climático se generaron en el presente proyecto a partir de los indicadores elaborados para el cálculo de seguridad hídrica.

Tabla 21. Ficha metodológicas para el cálculo del indicador de vulnerabilidad por cambios de hábitat y pérdida potencial de biodiversidad

9. Vulnerabilidad desde los instrumentos de planificación territorial	
Definición Técnica/Resumen Metodológico	<p>El ordenamiento territorial es uno de los factores principales que determina la vulnerabilidad de las personas frente al cambio climático porque a partir de estos procesos, se definen las directrices que deben seguir los municipios y las localidades en cuanto a usos de suelo, limitantes y en general que actividades económicas (agricultura, minería, eco-turismo, construcción, etc.) son posibles y cuales definitivamente no. En otras palabras ordena los procesos de uso y ocupación de los recursos naturales y artificiales. Lo instrumentos de planificación territorial existentes en Colombia son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCAS). • Planes de Ordenamiento Territorial, esquemas de ordenamiento territorial y los planes básicos de ordenamiento territorial; lo cuales dependen del número de habitantes del municipio y de su extensión territorial. Es importante resaltar que estos son instrumentos técnicos, de gestión y normativos de largo plazo. Por otro lado y dependiendo de cada instrumento se desprenden otros instrumentos de planificación como los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> - Planes de gestión ambiental de las CARs. - Planes de Desarrollo que deben articularse a los Planes de Ordenamiento Territorial.
Consideraciones Conceptuales	<p>Se identifican y analizan los instrumentos de planificación más significativos y disponibles para el Departamento de Cundinamarca y la Ciudad de Bogotá.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificar si los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial incluyen elementos que se relacionen con la adaptación al cambio climático. - Identificar la priorización y el ordenamiento principal que sugieren estos instrumentos, incluyendo tendencias de cambio o transformaciones significativas que aumenten o disminuyan la vulnerabilidad de la población de sus asentamientos, ecosistemas y medios productivos.
Fuente de Datos	CARs, PRICC, Alcaldías municipales, Gobernación de Cundinamarca

Análisis	Para efectos del presente indicador y de acuerdo con la disponibilidad de información, se analizarán los instrumentos de planificación territorial principales del Departamento de Cundinamarca y la Ciudad de Bogotá en su conjunto. Se hace especial énfasis en los planes enfocados con el riesgo pues son estos los que presentan mayor información relacionada con la vulnerabilidad y la adaptación del cambio climático en cada caso particular. Esta información permite estudiar y analizar de forma integral la toma de decisiones de una manera más acertadas en términos de gestión rural, urbana e incluyendo sobre estos enfoques de adaptación frente al cambio climático.
Línea base	Consolidación de la información disponible respecto a POT, estructurada en la geodatabase elaborada para facilitar los análisis de vulnerabilidad (ver producto 4 del presente contrato)

Tabla 22. Ficha metodológicas para el cálculo del indicador de vulnerabilidad desde los instrumentos de planificación territorial

35.1. Exposición a inundaciones y susceptibilidad a remoción en masa, degradación de suelos e incendios

3.1.1. Cundinamarca

Las exposiciones o amenazas fueron identificadas y consolidadas con información existente de múltiples fuentes, para la región de Cundinamarca así:

- Inundación: Áreas afectadas por inundaciones, en el periodo del fenómeno La Niña 2010 – 2011 (IDEAM, IGAC, DANE, 2011):
 - Cuerpos de agua
 - Inundación 2010 – 2011
 - Zonas inundables periódicamente
- Degradación – Erosión: Zonas susceptibles a la degradación y erosión de los suelos (IGAC, 2001):
 - Erial
 - Ligera
 - Moderado
 - Severa
- Salinización: Zonas susceptibles a procesos de salinización (IDEAM, 2002): Corresponden a aquellas áreas que por razones climáticas, de manejo y/o de drenaje tienen un contenido anormal de sales, que afectan de alguna manera la productividad de los cultivos y en algunos casos la calidad de los suelos.

A partir de la información de suelos se obtienen las tierras susceptibles a diferentes categorías de intensidad de salinización y se agregan en:

- Moderada
 - Alta
- Desertificación: Zonas susceptibles a procesos de desertificación (IDEAM, 2002): Corresponde a la degradación de las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultante de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas. Se categoriza en 4 clases así:
 - Baja
 - Moderada
 - Alta
 - Muy Alta

Los niveles de intensidad, mencionados anteriormente, se calculan con base en lo ilustrado en la figura 1:

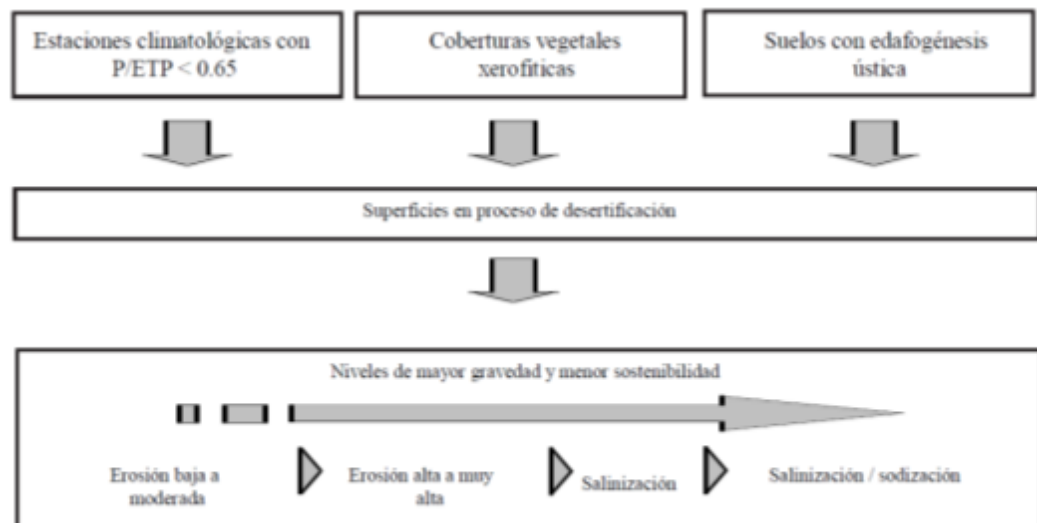


Figura 21. Modelo para determinar la superficie y los niveles de intensidad de la desertificación en Colombia. Fuente: IDEAM, 2002

- Incendios: Zonas susceptibles a incendios de la cobertura vegetal (MAVDT, 2007): Corresponden a las características intrínsecas de la vegetación y los ecosistemas (carga de combustibles, disposición y grado de combustibilidad), que le brindan cierto grado de probabilidad tanto de sufrir daños, como de resistir y de recuperarse ante un incendio. A partir de la caracterización y espacialización de la condición pirogénica de las coberturas vegetales, y mediante la unión y los análisis espaciales necesarios, se desarrolló el mapa final de susceptibilidad. La ponderación y calificación final obedece al modelo multicriterio aplicado para la identificación de cada una de las unidades:
 - Muy Baja
 - Baja
 - Moderada
 - Alta
 - Muy Alta

- Remoción en masa: Zonas susceptibles a procesos de remoción en masa (IDEAM, 2002): Para el establecimiento del estado de degradación de los terrenos por movimientos en masa, se realiza el seguimiento, monitoreo y pronóstico de la amenaza por movimientos en masa o deslizamientos de tierra.

Los siguientes son los grados de amenaza por deslizamientos, los cuales se presentan en una escala cualitativa en función de la probabilidad de ocurrencia

- Muy Baja
- Baja
- Moderada
- Alta
- Muy Alta

Las exposiciones analizadas en el departamento de Cundinamarca, se consolidaron mediante matrices de decisión como se relaciona a continuación:

Degradación del suelo

La degradación del suelo, hace referencia a procesos erosivos e incluye la salinización²⁵, y se le combinó la variable de susceptibilidad a la desertificación, con base en la siguiente matriz:

Multicriterio		Desertificación			
		<i>Baja</i>	<i>Moderada</i>	<i>Alta</i>	<i>Muy Alta</i>
Degradación Erosión	<i>Erial</i>	Baja	Baja	Media	Media
	<i>Moderado</i>	Baja	Media	Media	Alta
	<i>Ligera</i>	Media	Media	Alta	Alta
	<i>Severa</i>	Media	Media	Alta	Alta

En los mapas resultantes de estos análisis (figura 1 a 4), se observa cómo el territorio presenta altas exposiciones por remoción en masa e incendios. Por otro lado, la degradación del suelo en los municipios donde se presenta información también es alta en su mayoría. Finalmente se puede apreciar cómo los municipios que están expuestos a inundación, son los que bordean el occidente del Departamento (bordeando el río Magdalena), y los aledaños al río Bogotá particularmente en inmediaciones con la ciudad de Bogotá. Dentro de estos municipios se encuentran en el centro: *Soacha, Tequendama, Mosquera, Funza, Madrid, Facatativa, El Rosal, Cota, Chía, Cajicá, Tenjo, Sopo, Tocancipá,*

²⁵ La susceptibilidad a la salinización está incluida en la capa de degradación-erosión, por lo cual no se incluyó en este análisis

Zipaquirá, Gachancipá, Nemocón, Guasca, Gutavita; y en el nor-orient: Simijica, Fusa, Fúquene, Guacheta, Ubate, Lenguazaque.

La superficie expuesta a eventos de inundación se estima en 74.357 ha que corresponde al 3.1 % del Departamento (Figura 2). Respecto a la exposición a incendios, las mayores afectaciones se presentan al occidente del Departamento y ocupan una superficie aproximada de 392.528 ha., que corresponde al 16.3% del Departamento (Figura 3). En ese mismo sector del Departamento, así como en los municipios aledaños al río Bogotá se registran las mayores exposiciones a degradación de suelos, estimadas en 192.811 ha que corresponde al 8.0% del Departamento. Finalmente, de acuerdo con la información existente, se aprecia que el 31.9% del Departamento se encuentra altamente expuesto a remoción en masa (940.995 ha), lo cual obliga a adelantar estrategias de adaptación orientadas a mitigar los posibles efectos de este fenómeno.

Vale la pena aclarar que para el caso de las exposiciones a remoción en masa, degradación de suelos e incendios, estas fueron estimadas a partir de la información existente, basada en análisis de susceptibilidad (figuras 4 y 5).

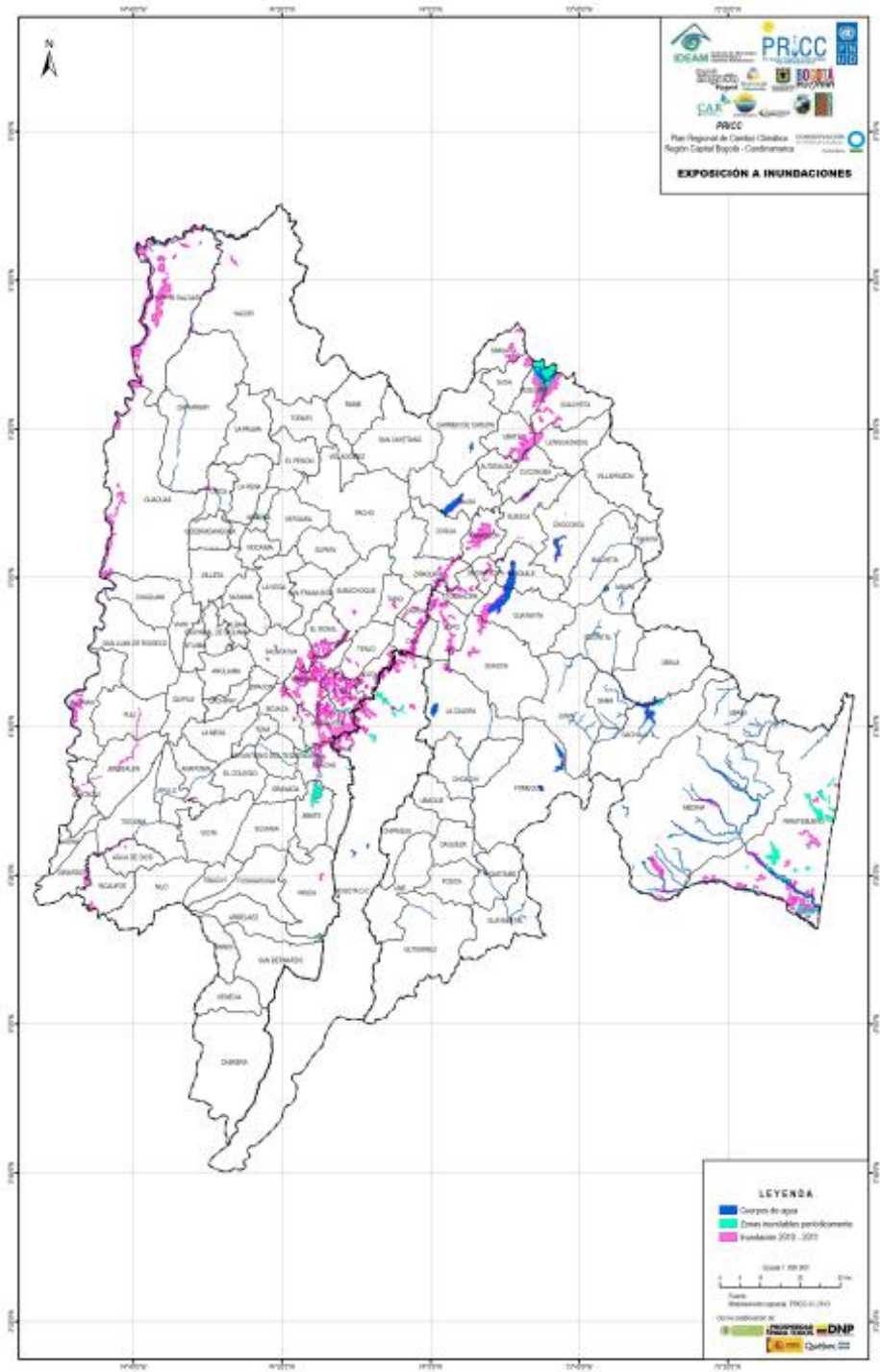


Figura 22. Exposición a inundaciones. Fuente: IDEAM, IGAC, DANE, 2011.

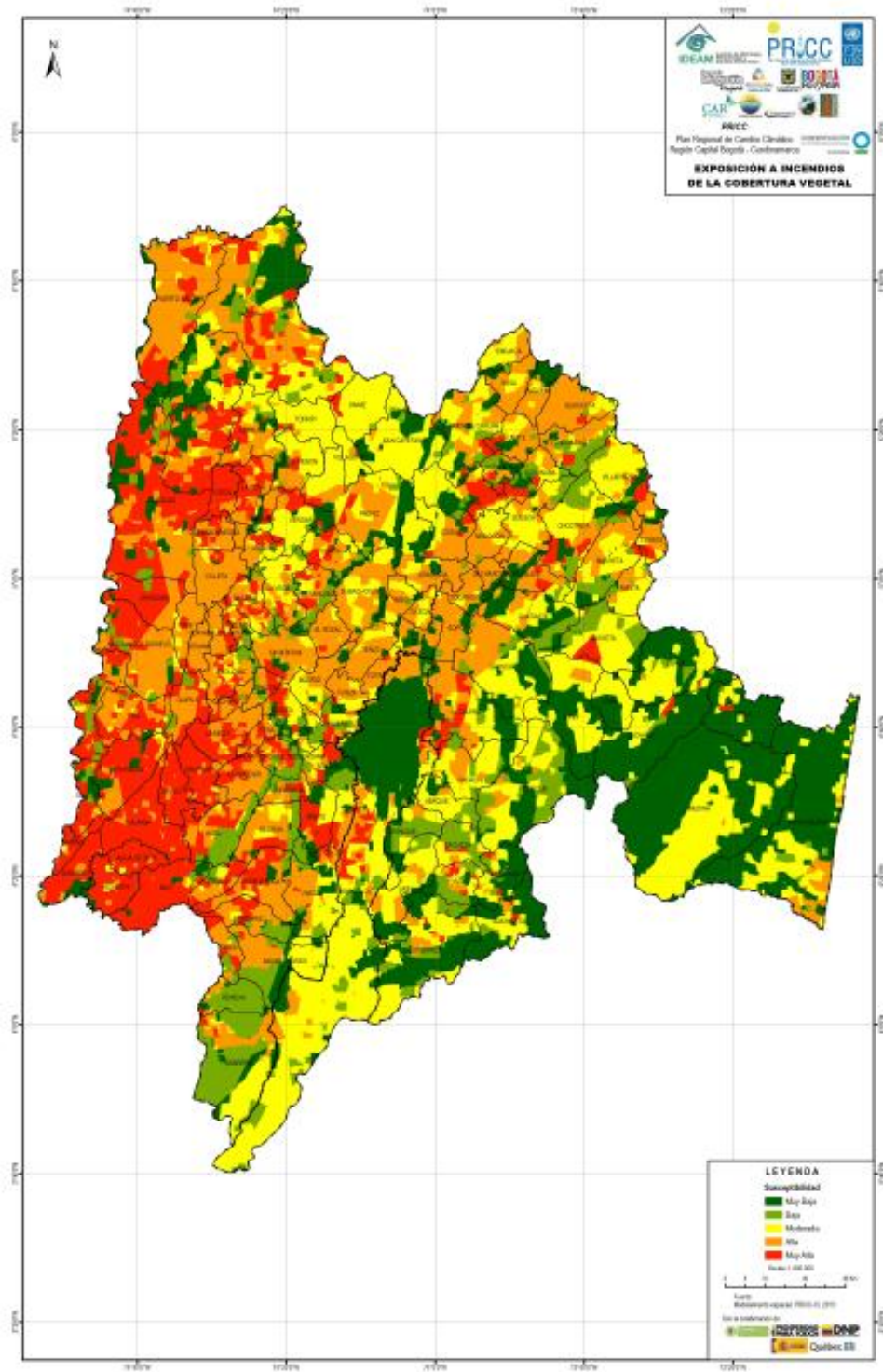


Figura 23. Exposición a incendios de la cobertura vegetal. Fuente: MAVDT, 2007.

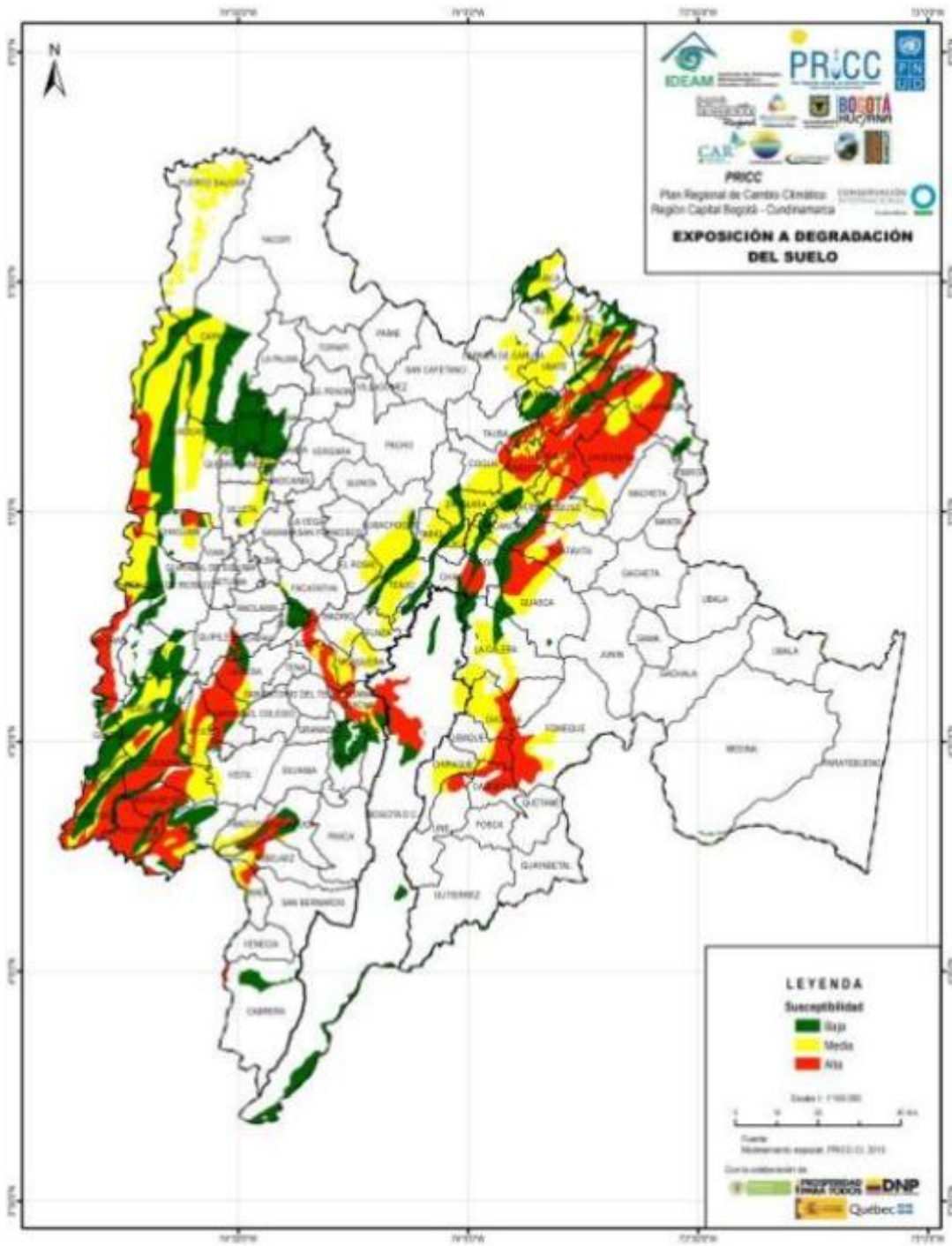


Figura 24. Exposición a degradación del suelo. Fuente: IGAC, 2001.

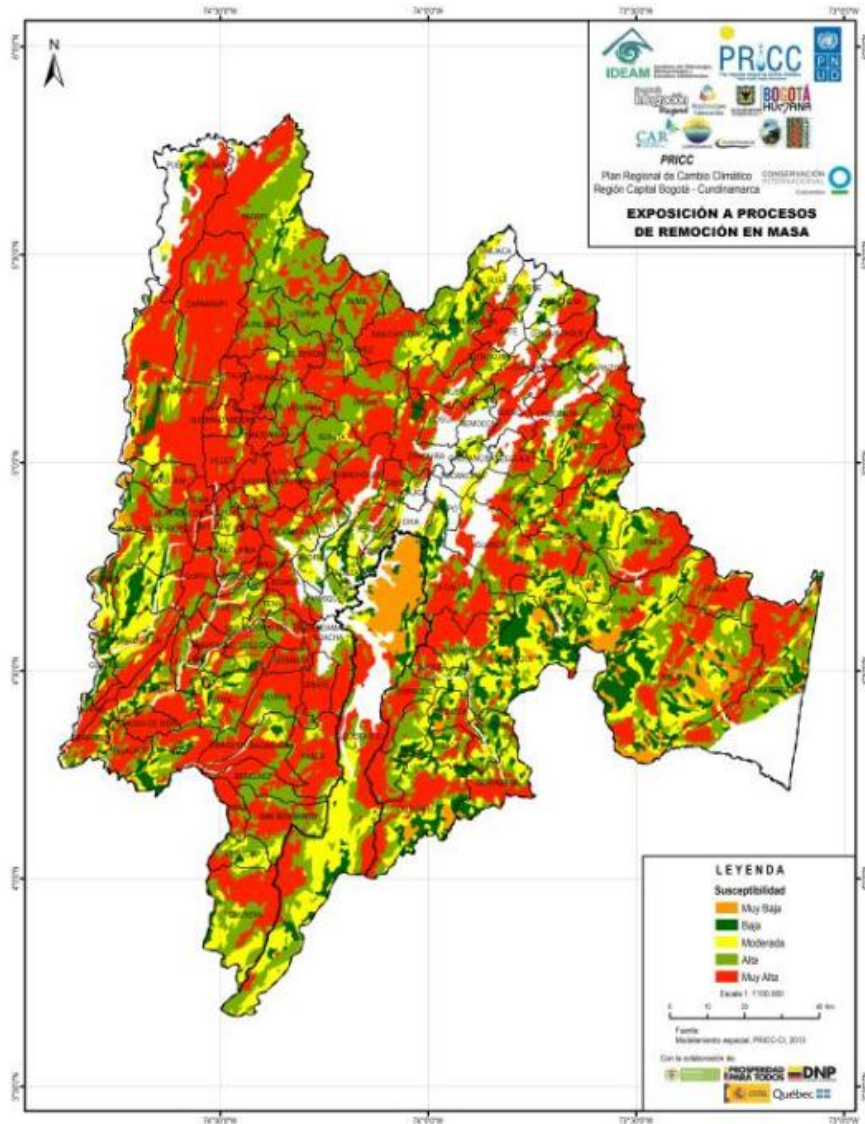


Figura 25. Exposición a procesos de remoción en masa. Fuente: IDEAM, 2002.

3.1.2. Distrito Capital

De acuerdo con los mapas que se ilustran en las figuras 6 y 7, el Distrito Capital en su zona Occidental se encuentra con una alta exposición frente a inundaciones y por consiguiente estas zonas son más sensibles en este sentido. En este orden de ideas las localidades con mayor sensibilidad son Kennedy, Bosa, Rafael Uribe Uribe, Engativá y Suba. Por otro lado los cerros orientales son lo que presentan una alta exposición frente a incendios. Por último y frente a la exposición por remoción en masa en términos generales es menor, excepto en localidades como Usme y Ciudad Bolívar que en algunos lugares es alta.

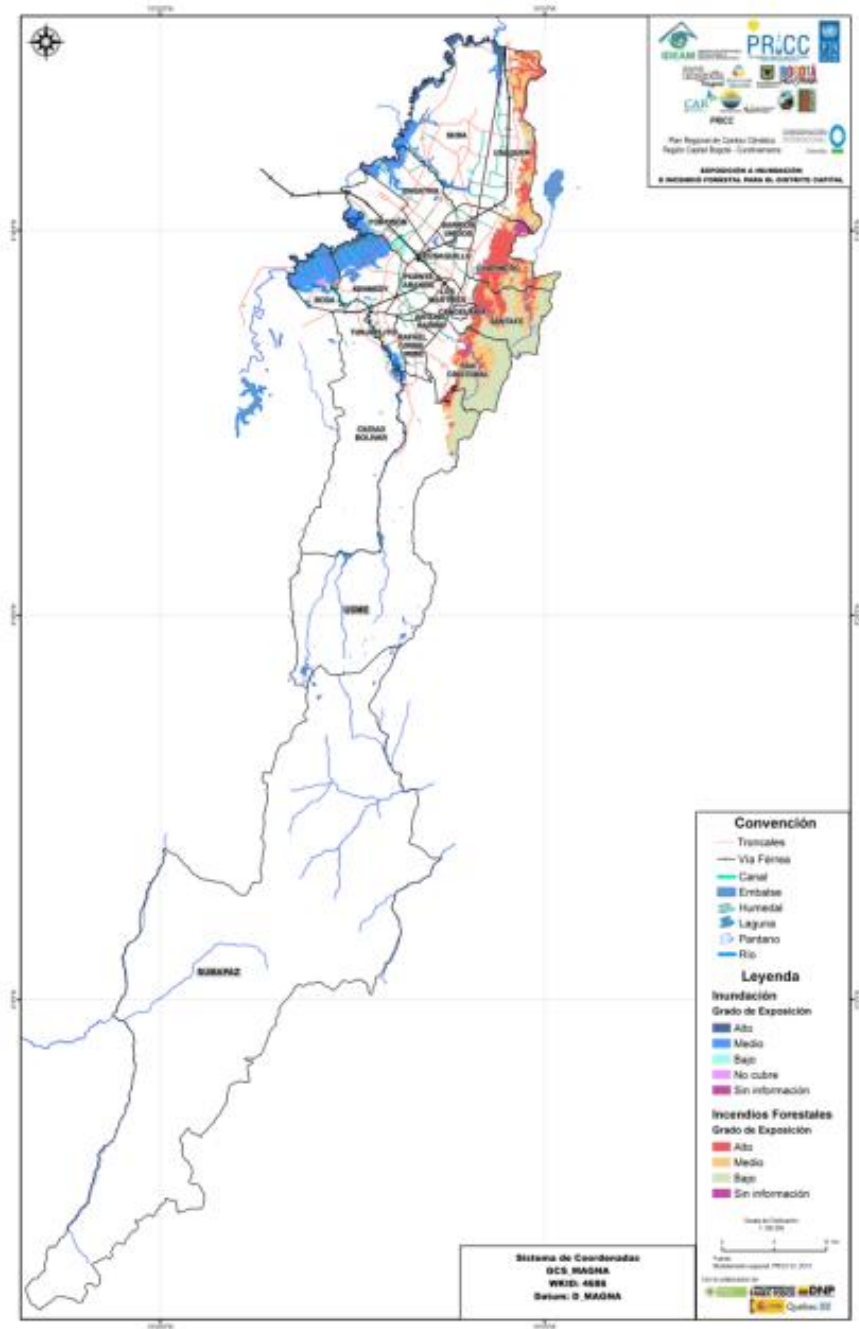


Figura 26. Exposición por eventos de inundación e incendios forestales. Para el área de Sumapaz no hay información disponible, razón por la cual no se presenta en el mapa. Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, 2009.

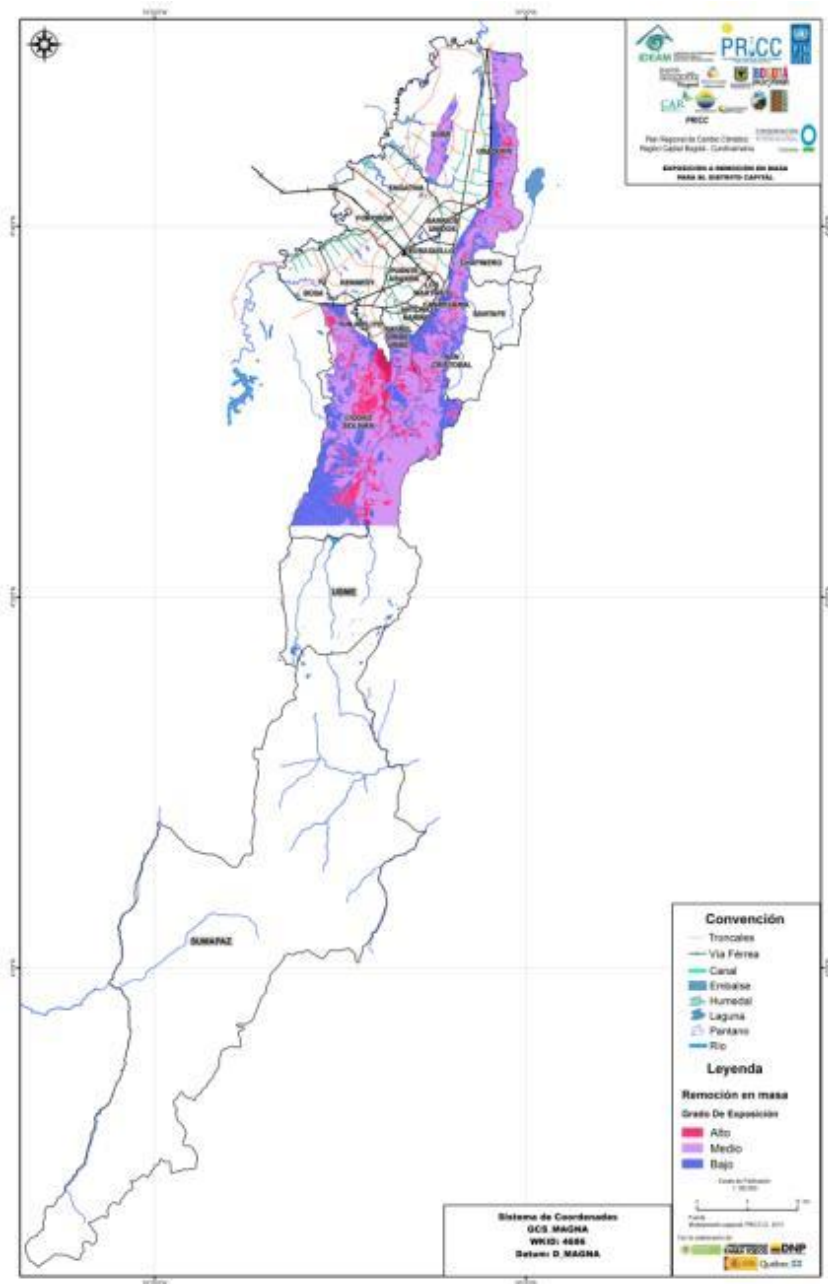


Figura 27. Exposición por eventos de inundación e incendios forestales. Para el área de Sumapaz no hay información disponible, razón por la cual no se presenta en el mapa. Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, 2009.

35.2. Vulnerabilidad según condiciones demográficas

Para abordar este indicador, se realizó una integración entre las variables demográficas relacionadas con densidad poblacional, grupos de edad y proporción de mujeres cabeza de hogar.

Para el área rural, los resultados de la densidad poblacional se categorizaron en los siguientes rangos (definidos por el MADS como lineamiento para clasificación de densidad de población para estudios de POMCAS):

< 40 hab/km ²	=	Baja
40 – 66 hab/km ²	=	Media
> 66 hab/km ²	=	Alta

Respecto a los grupos de edad de la población, se establecieron las categorías de menores (< 15años), mayores (> 65años) y el resto de la población y se definieron dos rangos así:

- Población con sensibilidad alta: Predomina la población infantil y los mayores (> 40%)
- Población con sensibilidad baja: Predomina el resto de la población (< 40%)

Por otro lado sobre las mujeres cabeza de hogar se definieron los siguientes dos rangos:

- Alta sensibilidad: Más del 25% de la población corresponde a madres cabeza de hogar.
- Baja sensibilidad: Menos del 25% de la población corresponde a madres cabeza de hogar.

Estas tres variables se combinaron mediante las siguientes matrices de decisión:

Matriz de decisión		EDAD DE LA POBLACIÓN	
		Alta sensibilidad	Baja sensibilidad
Densidad Población	ALTA	Alta	Media
	MEDIA	Media	Media
	BAJA	Media	Baja

Matriz de decisión		MUJERES CABEZA HOGAR	
		Alta sensibilidad	Baja sensibilidad
Densidad Población	ALTA	Alta	Media
	MEDIA	Media	Media
	BAJA	Media	Baja

Matriz de decisión		DENSIDAD - MUJERES CABEZA HOGAR		
		ALTA	MEDIA	BAJA
DENSIDAD - EDAD	ALTA	Alta	Alta	Media
	MEDIA	Alta	Media	Baja
	BAJA	Media	Baja	Baja

En la figura 8 se presenta el modelo gráfico utilizado para estimar la sensibilidad por condiciones demográficas.



Figura 28. Modelo gráfico para estimar la sensibilidad de Cundinamarca y Bogotá por condiciones demográficas. Elaborado por Conservación Internacional Colombia

De conformidad con lo anterior se observa que la mayoría del territorio en el Departamento de Cundinamarca no se encuentra densamente poblado en el sector rural. Del total de los 116 municipios tan solo Silvania, El Colegio, San Antonio del Tequendama, Tena, La Mesa, Cachipay, Anolaima, Alban y Sasaima presentan una población rural con densidad alta en comparación con el resto del territorio. Estos municipios corresponden al 8% del total de los municipios del Departamento, siendo estos los que presentan una mayor sensibilidad de la población rural por condiciones demográficas (Figura 9). A continuación se señala la población total actual de cada uno de estos municipios: Silvania (21.887 habitantes), El Colegio (21.592 habitantes), San Antonio del Tequendama (12.949 habitantes), Tena (8.663 habitantes), La Mesa (30.441 habitantes), Cachipay (9.873 habitantes), Anolaima (12.492 habitantes), Alban (5.955 habitantes) y Sasaima (10.590 habitantes).

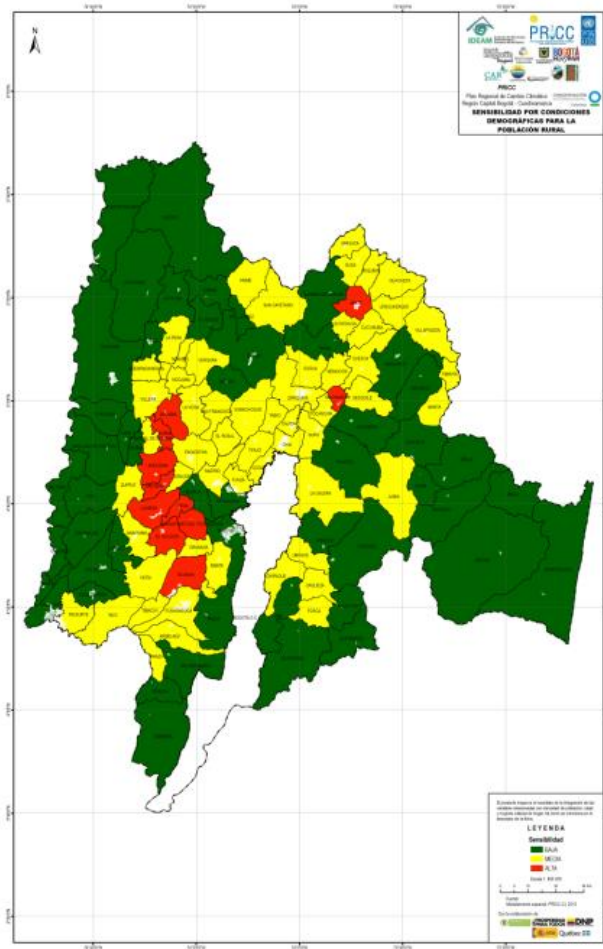


Figura 29. Sensibilidad por condiciones demográficas para la población rural. Fuente: Clasificación elaborada por Conservación internacional a partir de la proyección poblacional para el 2013 del DANE (2007).

Para la población urbana, se realizó el mismo análisis, aunque para el caso de la densidad poblacional, los rangos se determinaron a partir de la distribución de los datos mediante umbrales naturales (*Jenks natural breaks*) y en las edades se determinó como valor de partición el 50% de la población así:

Los resultados de la demografía urbana se han categorizado en los siguientes rangos:

- < 4500 hab/km² = Baja
- 4500 – 9000 hab/km² = Media
- > 9000 hab/km² = Alta

De conformidad con lo anterior desde el punto de vista de la población urbana, los centros urbanos principales son los más poblados, y por consiguiente los más sensibles; dentro de estos se resaltan:

Soacha (488.995 habitantes), Zipaquirá (118.267 habitantes), Chía (120.719 habitantes), Cajicá (54.550 habitantes), Sopo (25.611 habitantes), Ubaté (38.395 habitantes), La Calera (26.810 habitantes), Fusagasuga (129.301 habitantes), La Mesa (30.441 habitantes), Tocaima (18.170 habitantes), Girardot (103.830 habitantes), lo anterior suma una población total de 1.116.694 habitantes (figura 10).

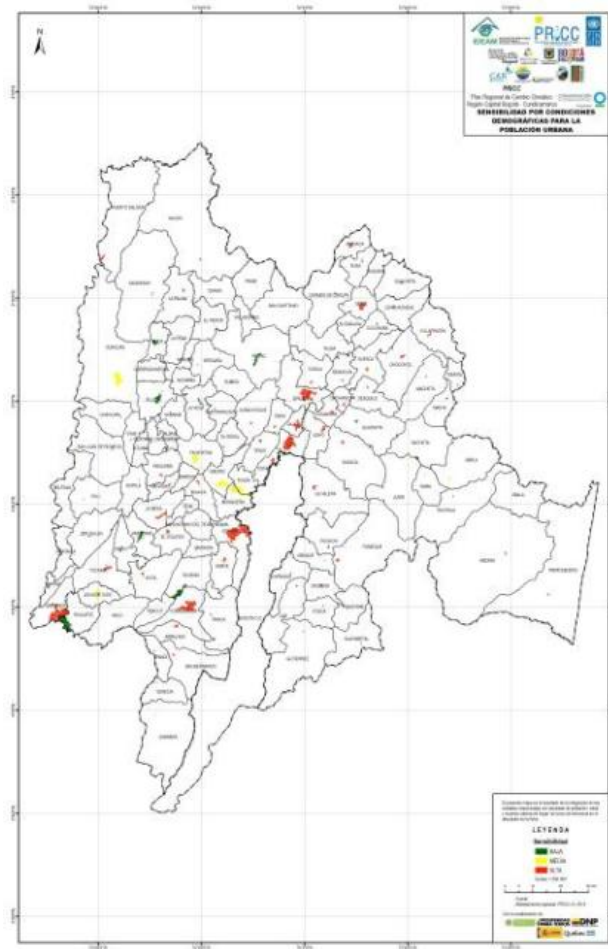


Figura 30. Sensibilidad por condiciones demográficas para la población urbana. Fuente: Clasificación elaborada por Conservación internacional a partir de la proyección poblacional para el 2013 realizada por el DANE (2007).

Es importante señalar que desde el punto de vista demográfico, la exposición de la población frente a eventos de remoción en masa e incendios es alta puesto que ocurre en más del 90% del territorio. Por consiguiente afecta a la totalidad de la población del Departamento aunque en distinta magnitud (ver exposiciones a remoción en masa e incendios). Seguidamente se procedió a cruzar el mapa de densidad demográfica del Departamento con el de exposición a inundaciones, y se elaboró un mapa resultante que indica las zonas más afectadas. Estas son las que presentan densidad poblacional media (figura 11). De conformidad con lo anterior los municipios que se ven expuestos a inundaciones con densidad poblacional media son Sylvania, El Colegio, San Antonio, Tena, La Mesa, Cachipay, Anolaima, Albán, Sasaima, Gachancipá.

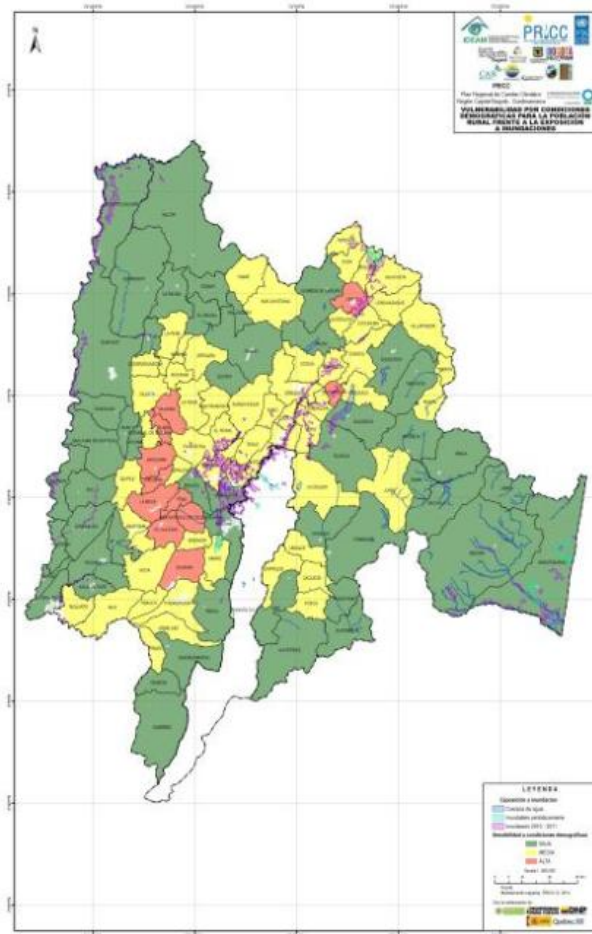


Figura 31. Vulnerabilidad por condiciones demográficas para la población rural frente a la exposición a inundaciones. Fuentes de información: Población 2013 tomada de DANE; 2007; inundaciones IDEAM, 2002.

Proyección poblacional al 2050

Desde el punto de vista de la densidad poblacional en zonas rurales, proyectada al año 2050, a partir de la metodología descrita por el DANE y disponible hasta el 2020, se observa que la mayoría de los municipios que presentaban una densidad poblacional media, pasan a tener una densidad poblacional alta en el intervalo 2013-2050. Los municipios que presentan densidades poblacionales medias son Cogua (51.103 habitantes), Nemocón (23.792 habitantes), Zipaquirá (266.691 habitantes), Tocancipá (189.680 habitantes), Gachancipá (95.922 habitantes), Sesquilé (47.121 habitantes), Sopó (142.861 habitantes), Tabio (259.869 habitantes), Cajicá (147.041 habitantes), Chía (1'644.732 habitantes), Cota (266.691 habitantes), Funza (198.870 habitantes), Madrid (203.211 habitantes), Facatativá (351.043 habitantes), Zipacón (10.501 habitantes), Sibaté (79.219 habitantes), Tibacuy (2.838 habitantes), Fusagasugá (299.662 habitantes), Pandi (6.999 habitantes) y Nilo (332.465 habitantes). Por otro lado el resto del territorio que presenta una densidad poblacional baja se mantiene en términos generales para el 2050 (ver municipios de color verde tanto en la figura 9 como en la 12). Desde el punto de vista urbano no se observan mayores cambios, excepto que los centros urbanos presentan crecimiento en

el total de su población (figuras 10 y 13). El número total de habitantes proyectado al 2050 para el Departamento de Cundinamarca es de 9'356.635 habitantes.

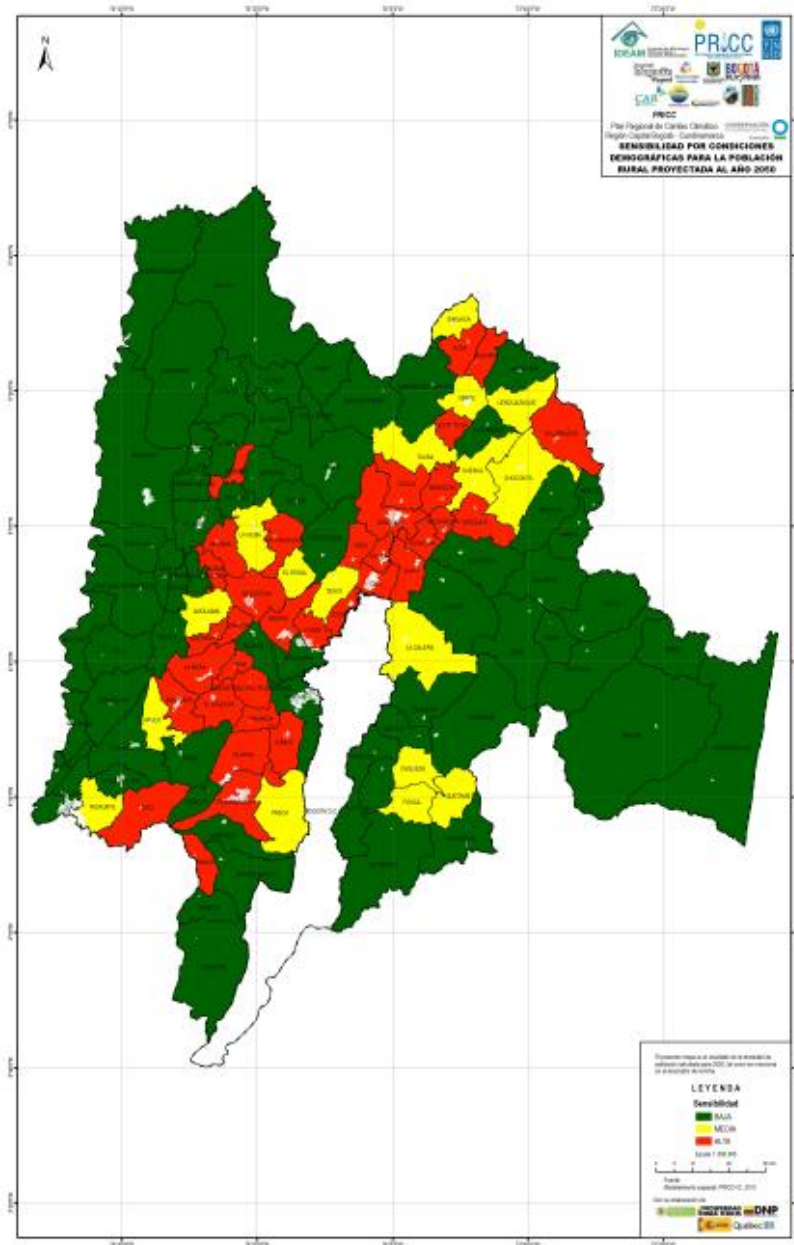


Figura 32. Sensibilidad por condiciones demográficas para la población proyectada al año 2050. Clasificación elaborada por Conservación internacional a partir de la proyección poblacional para el 2013 realizada por el DANE (2007).

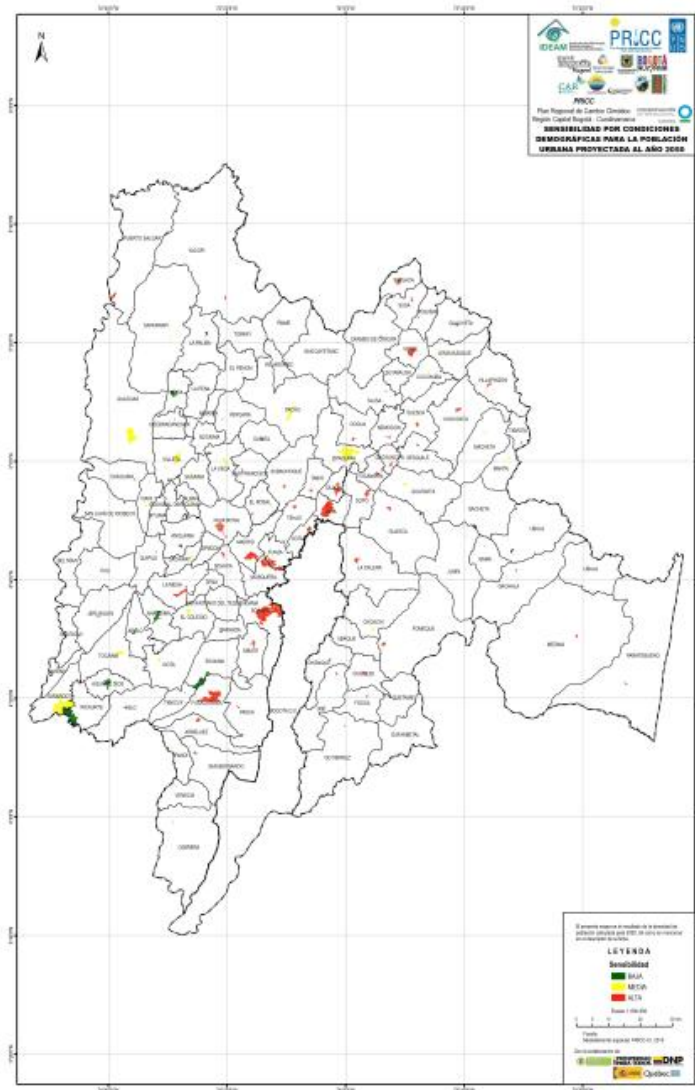


Figura 33. Sensibilidad por condiciones demográficas para la población urbana proyectada al año 2050. Fuente: Clasificación elaborada por Conservación internacional a partir de la proyección poblacional realizada por CI utilizando la metodología del DANE, 2007.

35.2.1. Distrito Capital

Para el Distrito Capital, la densidad de población rural se clasificó en los siguientes rangos:

- < 0,065 hab/m² Baja
- 0,066 – 0,015 hab/m² Media
- > 0,016 hab/m² Alta

Respecto a los grupos de edad de la población, se separaron los menores (< 15años) y los mayores (> 65años) del resto de la población, y se definieron dos rangos (los cuales son diferentes para urbano y rural):

- Alta sensibilidad: Predomina la población de menores y los mayores(> 40%)
- Baja sensibilidad: Predomina el resto de la población (< 40%)

Respecto a las mujeres cabeza de hogar se definieron los siguientes dos rangos:

- Alta sensibilidad: Más del 25% de la población corresponde a madres cabeza de hogar.
- Baja sensibilidad: Menos del 25% de la población corresponde a madres cabeza de hogar.

Las localidades con mayor densidad de población para el Distrito Capital son Engativá (858.935 habitantes); Barrios Unidos (236.433 habitantes); Bosa (137.351 habitantes); Kennedy (1'042.080 habitantes); Antonio Nariño (108.607 habitantes); Tunjuelito (201.230 habitantes) y Rafael Uribe Uribe (376.767 habitantes). De igual manera no se pueden descartar las localidades con densidad media, dentro de las cuales se resaltan las localidades de: Suba (1'120.342 habitantes); Fontibón (362.167 habitantes); Teusaquillo (149.166 habitantes); Puente Aranda (258.102 habitantes); Los Mártires (98.450 habitantes); La Candelaria (24.160 habitantes) y San Cristóbal (408.477 habitantes). Desde el punto de vista de la densidad poblacional estas son las localidades con mayor sensibilidad (figura 14).

Por otro lado al cruzar el mapa de densidad poblacional del Distrito Capital con las diferentes exposiciones, se observa que las inundaciones ocurren en localidades con densidad poblacional alta y media, dentro de los cuales se resaltan las localidades de Bosa, Kennedy, Engativá; Fontibón, Suba, Tunjuelito y Rafael Uribe Uribe. Estas localidades tienen una población total de 4'574.275 habitantes y serían las más vulnerables desde el punto de vista de las condiciones demográficas. Así mismo, las localidades de Tunjuelito, Rafael Uribe Uribe y Suba son sensibles también frente a eventos de remoción en masa. En cuanto a los incendios forestales, se evidencia afectación en la localidad de Chapinero particularmente sobre los barrios asentados en la UPZ 89 donde existe una población de más de 15.000 habitantes que viven en los barrios La Esperanza, San Isidro, La Sureña, Moracé y San Luis (figuras 15 y 16).

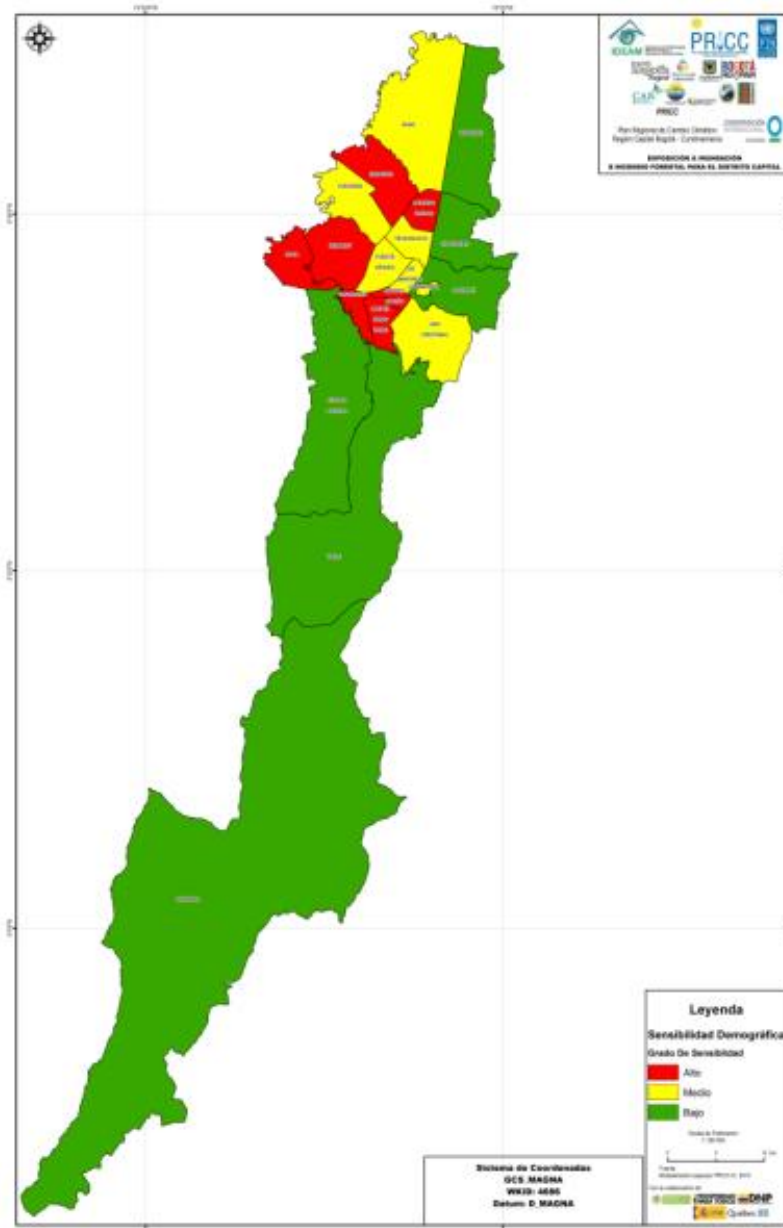


Figura 34. Sensibilidad por condiciones demográficas para el Distrito Capital. Fuente: Clasificación elaborada por Conservación internacional a partir de la proyección poblacional para el 2013 realizada por el DANE (2007).

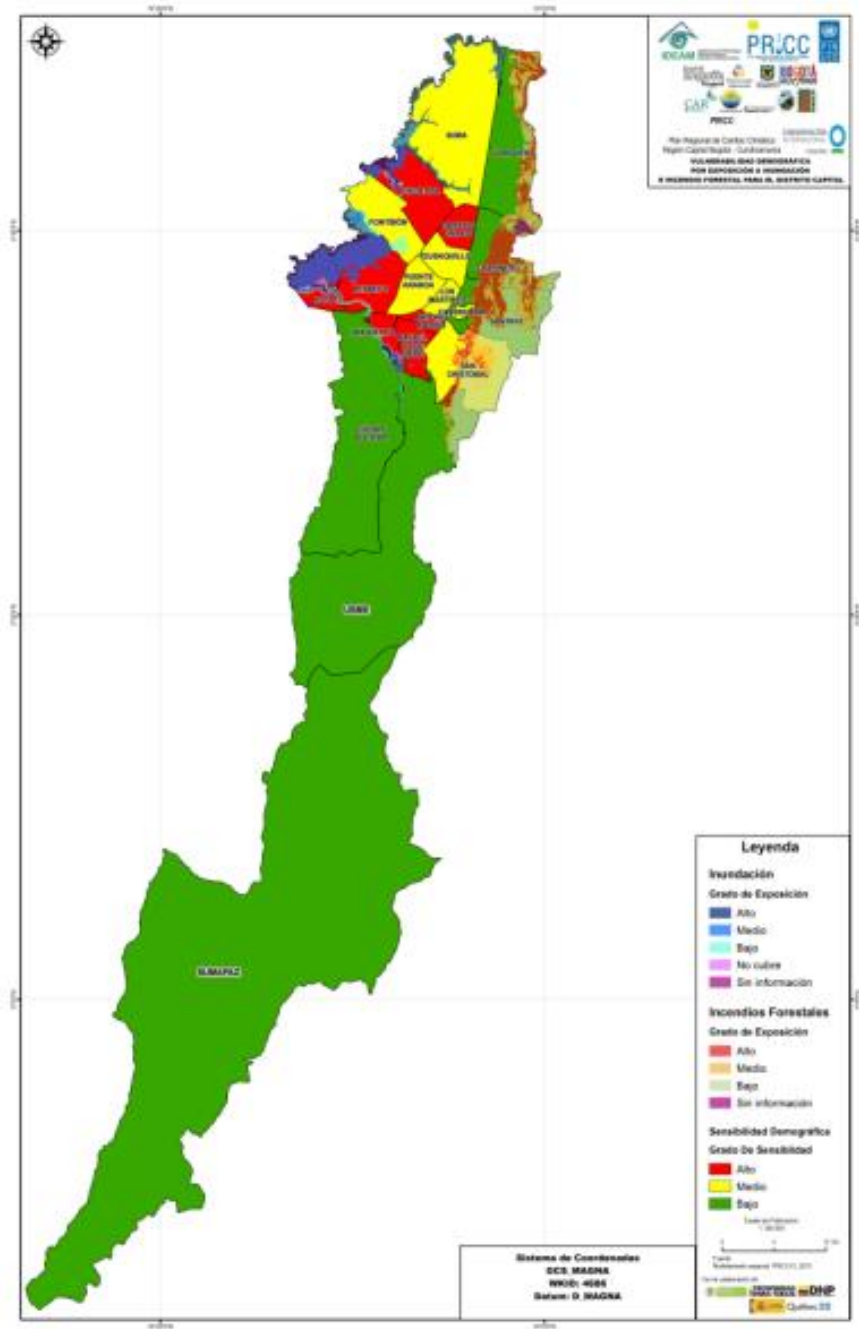


Figura 35. Vulnerabilidad por condiciones demográficas para el Distrito Capital frente a la exposición a inundaciones e incendios forestales. Fuente: Población de 2013 tomada de DANE, 2007; Inundaciones e incendios: SDP, 2009.

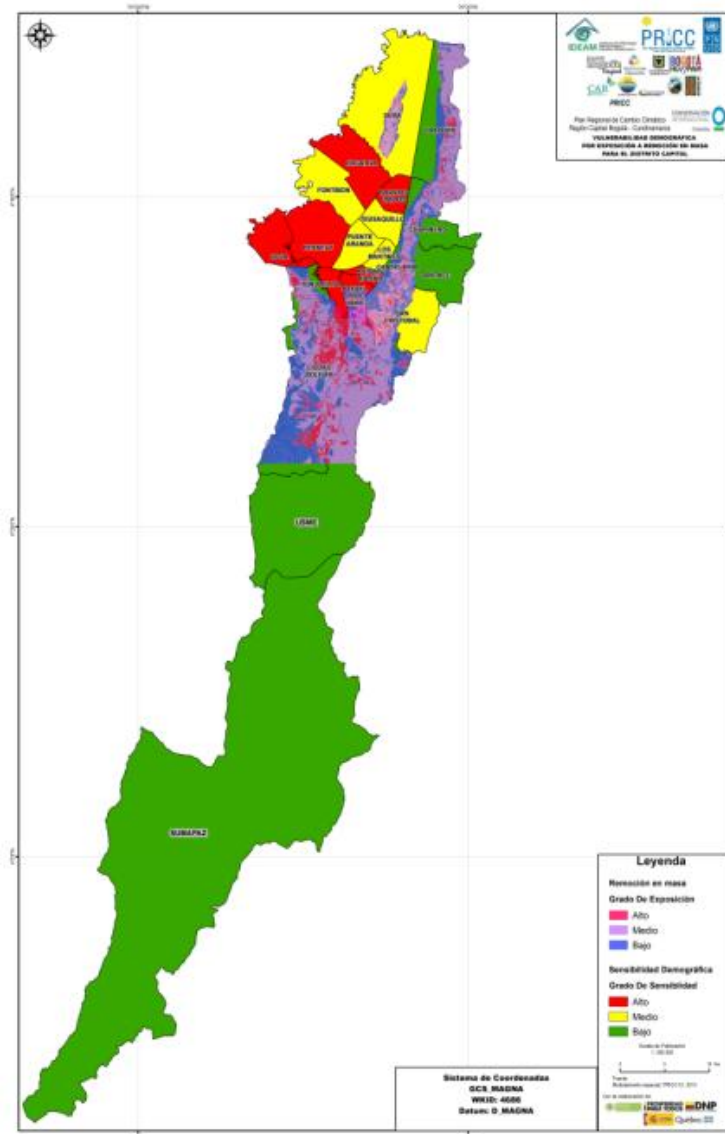


Figura 36. Vulnerabilidad por condiciones demográficas para Distrito Capital frente a la exposición a remoción en masa. Fuente: Población de 2013 tomada de DANE, 2007; Inundaciones e incendios: SDP, 2009.

Proyección poblacional al 2050

Actualmente el Departamento de Cundinamarca no se encuentra altamente poblado con excepción de los municipios de Silvania, El Colegio, San Antonio del Tequendama, Tena, La Mesa, Cachipay, Anolaima, Albán y Sasaima. Para el caso del Distrito Capital Bogotá las localidades de Engativá; Barrios Unidos; Bosa; Kennedy; Antonio Nariño; Tunjuelito y Rafael Uribe Uribe son las que presentan densidad poblacional alta, y por consiguiente serían los municipios y localidades de mayor atención en este sentido.

De igual manera, se resalta el tema de cambio poblacional proyectado al año 2050, ya que este factor es clave para proyectar los impactos del cambio climático sobre la Región Bogotá- Cundinamarca. El análisis efectuado establece que para el 2050 se espera que el Distrito Capital tenga una población de 11.483.790 habitantes, mientras que para Cundinamarca se espera un aumento del 260% de la población actual, pasando de 2.598.245 habitantes en 2013 a 9.356.635 habitantes en 2050. Lo anterior representa un incremento muy alto, que al tener en cuenta las tendencias en cambios sobre disponibilidad hídrica, regulación hídrica y calidad del agua podrían aumentar la vulnerabilidad actual (además de la mayor presión que ejerza este crecimiento poblacional sobre los recursos naturales y los ecosistemas). Esta situación es especialmente notoria para los municipios de Chía, Mosquera y Soacha en donde se concentrará cerca del 51% de la población total esperada para Cundinamarca, es decir, de los 9.356.635 de personas que tendrá el departamento para el 2050, 4.719.688 se concentrarán en solo estos 3 municipios. Esto significa que la aparente tendencia esperada propia de las ciudades grandes que se registra en Bogotá, con un incremento poblacional del 50%, pasando de 7.674.366 a 11.483.790 habitantes, es solo una respuesta a la limitación que tendrá el Distrito Capital para continuar expandiéndose, y que se refleja en los incrementos exagerados de la población en los municipios arriba mencionados. Lo anterior genera una conurbación que aumentará la vulnerabilidad de la región al cambio climático.

Por otro lado, en el caso del Distrito Capital, para el año 2050, se tendría un incremento con respecto a la población del año 2013, de 3.809.424 personas, para un total de 11.483.790 habitantes en el año 2050. Un gran número de éstos habitantes se concentrarán en la localidad de Suba. Actualmente, las localidades Suba (1.120.342hab.), Kennedy (1.042.080 hab.) y Engativá (858.935 hab.) tienen el mayor número de habitantes. Las siguientes localidades con mayor número de habitantes son Ciudad Bolívar con 663.397 personas, 195.538 menos que la Engativá y Bosa con una cifra cercana de 612.754. En el año 2050 la localidad de Suba tendría un sustancial aumento en sus habitantes con respecto al presente año, equivalente a 969.504 (86%) personas y el total de su población será de 2.089.846, cifra que la posiciona como la localidad con mayor número poblacional, seguida de la localidad de Kennedy, con un total de habitantes igual a 1.489.063 y un aumento poblacional con respecto al presente año igual a 446.983 (42%).

De conformidad con lo anterior, es notoria la diferencia poblacional entre las dos localidades más habitadas en el año 2050, con respecto al año 2013, equivalente a 78.262 personas, en contraste con una diferencia proyectada de 600.783 personas. Este contraste evidencia un importante aumento en la población concentrada en la localidad de Suba. Con respecto a la localidad de Engativá, que se encuentra en el presente año como una de las tres localidades con mayor número poblacional, para el año 2050 se ubicaría en el rango intermedio de número de habitantes, con un aumento de 286.273 habitantes (33%). En términos relativos el aumento poblacional entre el año 2013 y el año 2050 en Suba sería del 86%, para Kennedy se calcula un aumento del 42% y Engativá aumentaría su población en un 33%. En la Figura 17 se presentan las tendencias en crecimiento poblacional para las localidades de Bogotá con relación al año 2050.

Considerando el cambio climático, los anteriores datos son relevantes para establecer medidas de adaptación que tengan en cuenta criterios de población y sobre todo la demanda y oferta de recursos naturales y de servicios ecosistémicos (como el servicio hidrológico) que estas personas, la industria, las empresas, instituciones y demás organizaciones necesitarán para garantizar su sostenibilidad.

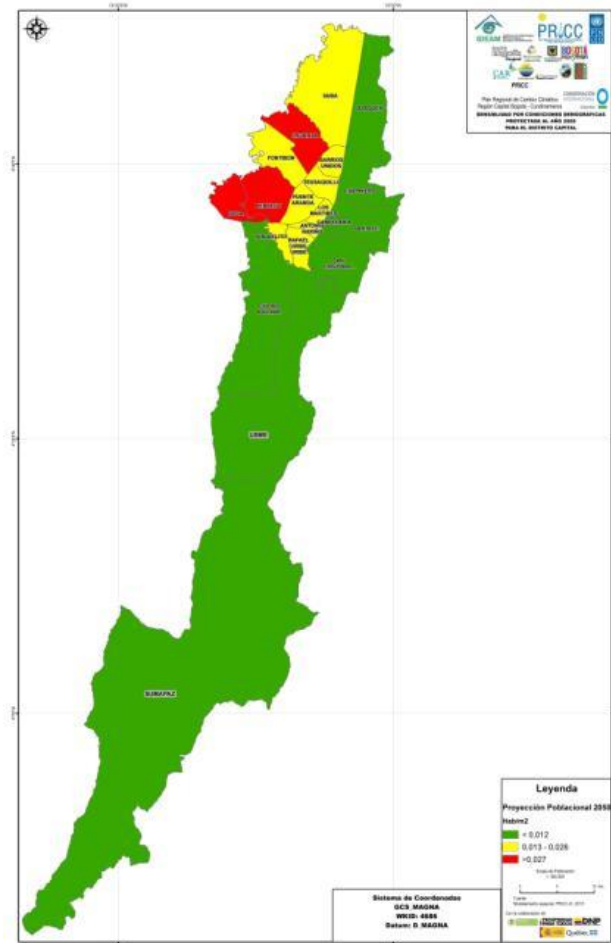


Figura 37. Sensibilidad por condiciones demográficas para el Distrito Capital proyectada para el año 2050. Basado en información del DANE (2007) y proyectada por el presente estudio.

35.3. Vulnerabilidad por condiciones socioeconómicas

35.3.1. Cundinamarca

Las condiciones socio-económicas están expresadas a nivel municipal, en tres mapas, cada uno representando las siguientes categorías: PIB, actividad productiva predominante e Índice de Pobreza Multidimensional a nivel municipal.

Desde el punto de vista del PIB, se observa que los municipios con menores índices de pobreza son los que rodean al Distrito Capital, particularmente Soacha, Zipaquirá, Sopó, Chía, Facatativá, Madrid, Funza, Mosquera y Fusagasugá (figura 18). Así mismo el mapa de actividad económica muestra que la mayoría del territorio se sustenta en una economía de comercio y servicios, seguida por el sector agropecuario e industrial. En términos generales se observa que la actividad extractiva ocupa el cuarto reglón de la economía y es relativamente menor en comparación con la extensión del territorio y las otras actividades económicas predominantes (figura 19).

El Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) no sólo mide los parámetros de ingresos de una población determinada, sino que mide otros factores que afectan la vida de las personas, tales como: condiciones educativas, prevalencia de población de niños y jóvenes, trabajo, salud, y acceso a los servicios públicos (figura 20). Desde este punto de vista se observa que la mayoría de los municipios de Cundinamarca presentan altos índices de pobreza lo cual implica que la población sea altamente vulnerable en este sentido. La pobreza se asocia en la mayoría de los casos con poca capacidad de respuesta económica y educativa. Lo anterior a su vez hace que la población tenga una muy baja capacidad de respuesta frente a circunstancias asociadas con los cambios climáticos y ambientales globales.

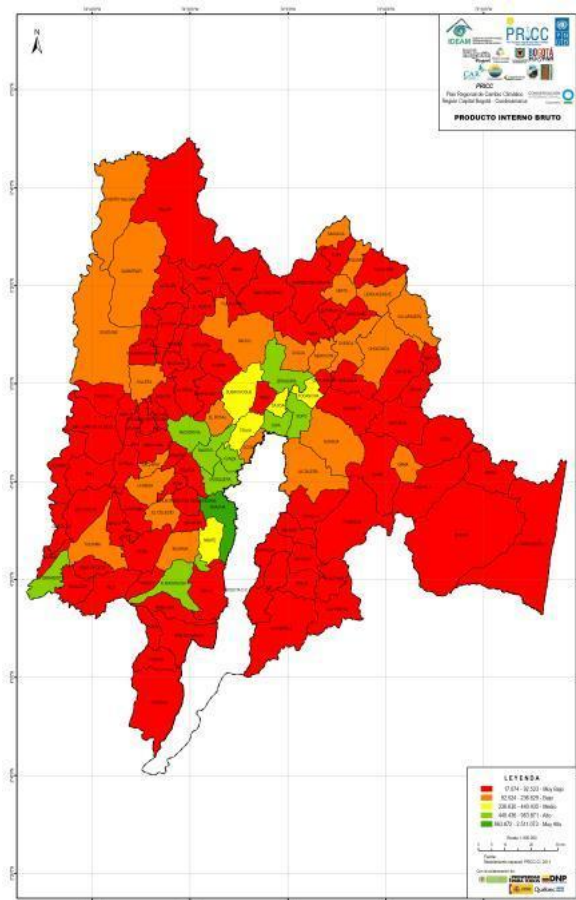


Figura 38. Producto Interno Bruto. Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, 2010. Gobernación de Cundinamarca.

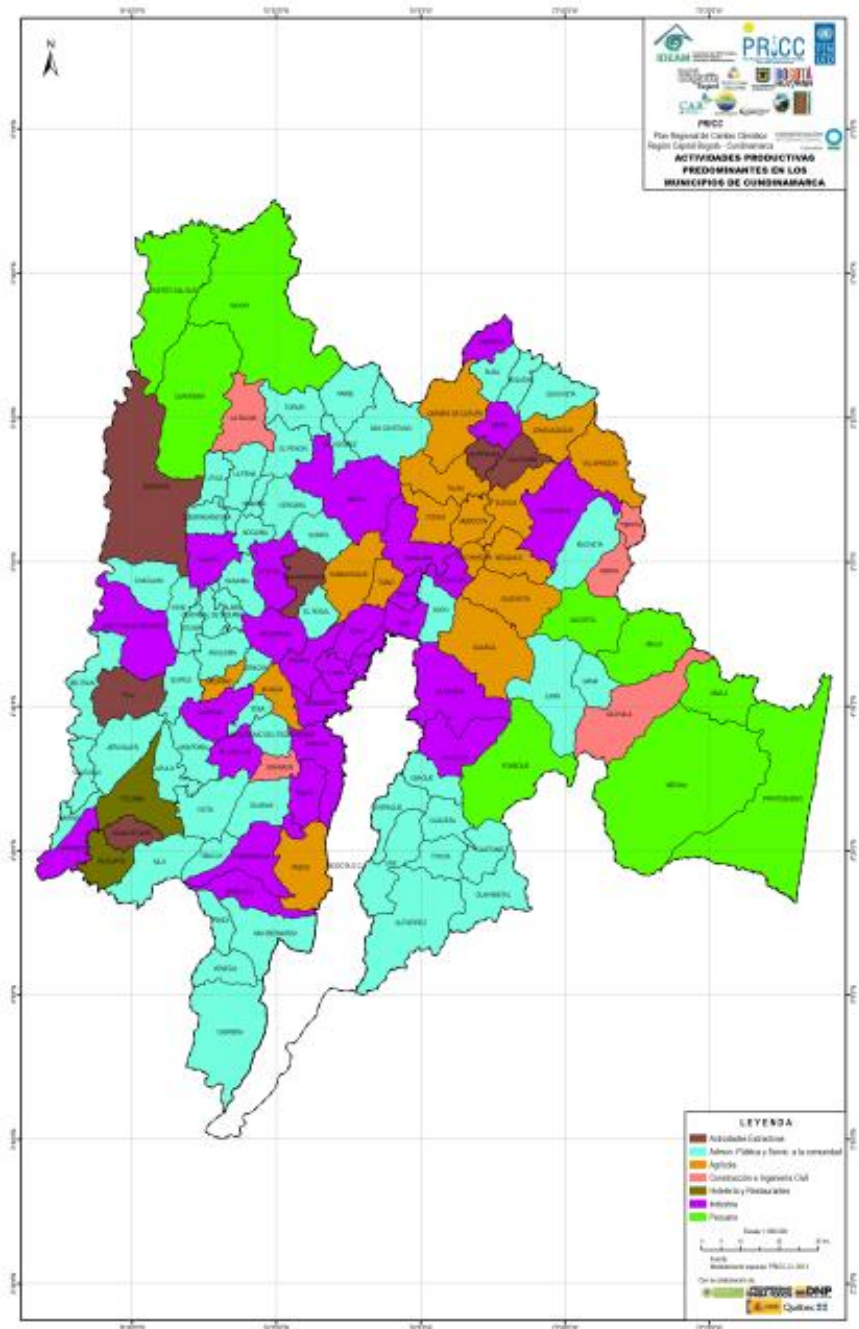


Figura 39. Actividades productivas predominantes en los municipios de Cundinamarca. Fuente: CIAT, 2012.

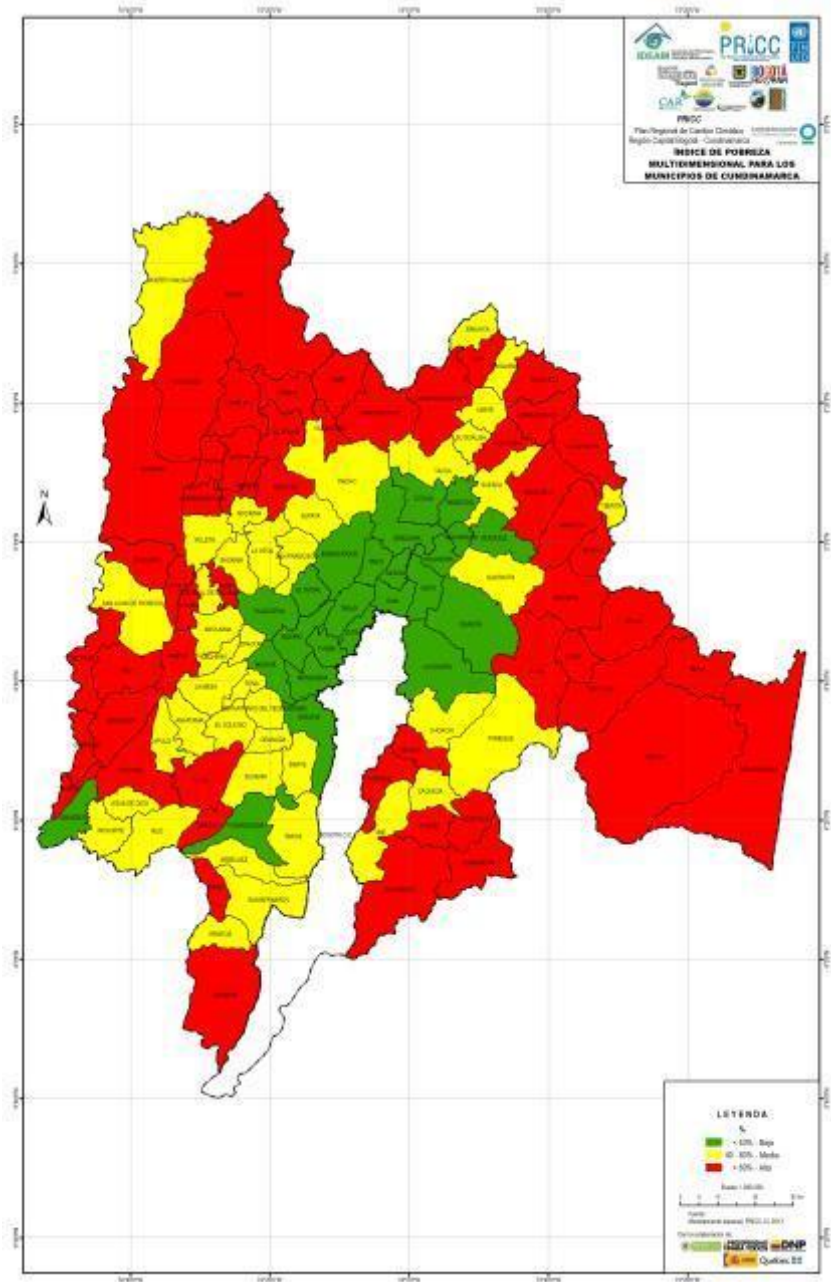


Figura 40. Índice de Pobreza Multidimensional para los municipios de Cundinamarca. Fuente: DANE, 2007.

Al cruzar las anteriores variables socio económicas, con los mapas de exposición, se observa de manera general que los municipios más afectados por las inundaciones son aquellos que presentan los PIB más altos del Departamento y donde se concentra la producción industrial del Departamento (de la totalidad de los municipios tan sólo los siguientes 7 son los que presentan mayores PIB y que a su vez se ven expuestos a inundaciones). Estos municipios son Nemocón, Zipaquirá, Cogua, Chía, Funza, Mosquera y Soacha). Frente a las exposiciones a remoción en masa y degradación del suelo, estas son altas y afectan de manera homogénea y casi proporcional la mayor parte del territorio (Figuras 21 a 23).

Es de resaltar que de acuerdo con los resultados encontrados para esta indicador, los municipios con mayor PIB coinciden con los que presentan una mayor exposición a inundaciones, ubicados en la periferia del Distrito Capital.

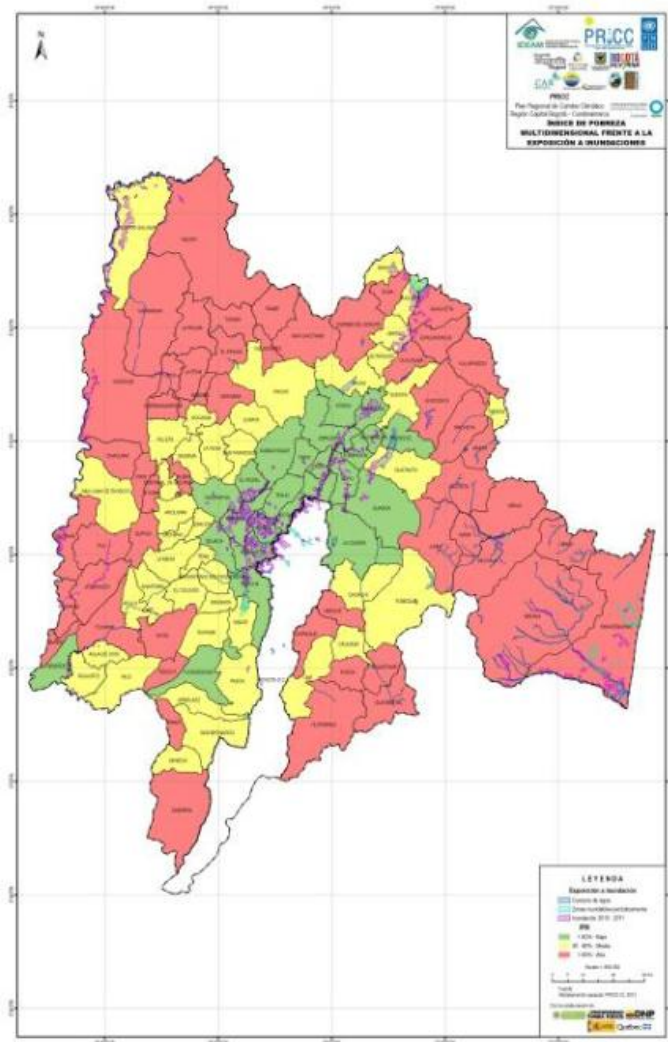


Figura 41. Índice de Pobreza Multidimensional frente a la exposición a inundaciones. Fuente: IPM, DANE, 2007; Inundaciones: IDEAM, IGAC, DANE, 2012.

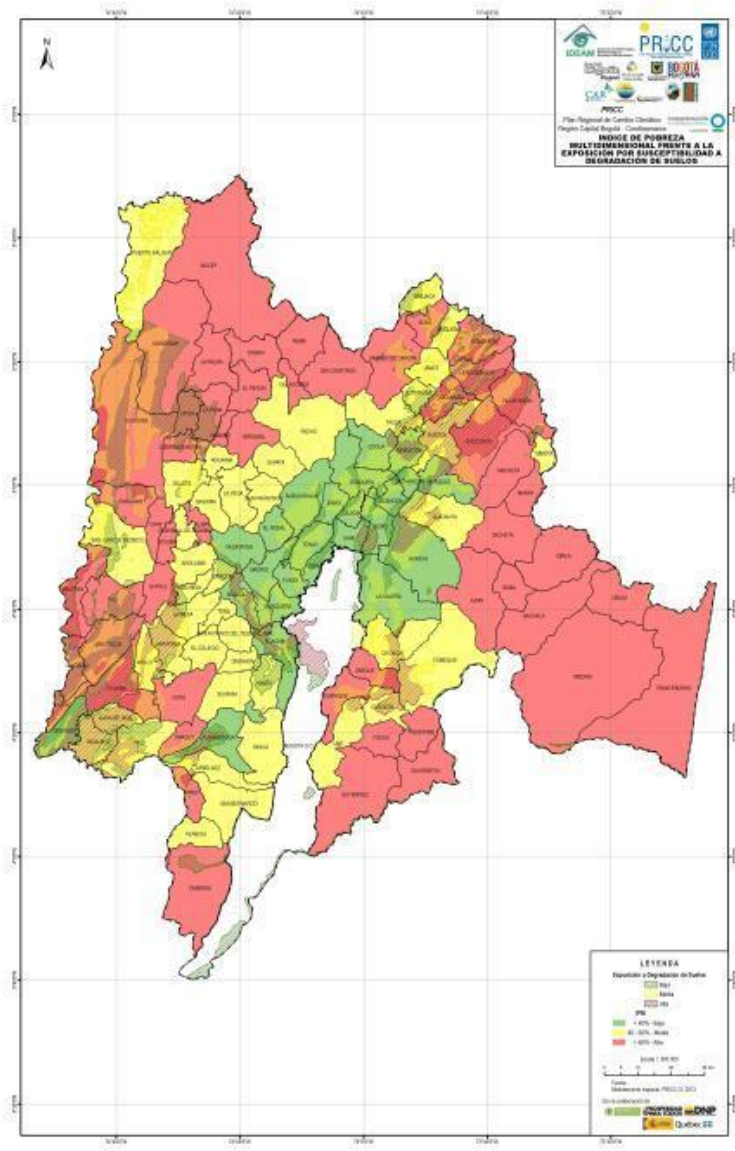


Figura 42. Índice de Pobreza Multidimensional frente a la exposición por susceptibilidad a degradación de suelos. Fuente: IPM, DANE, 2007; degradación de suelos, IGAC, 2001.

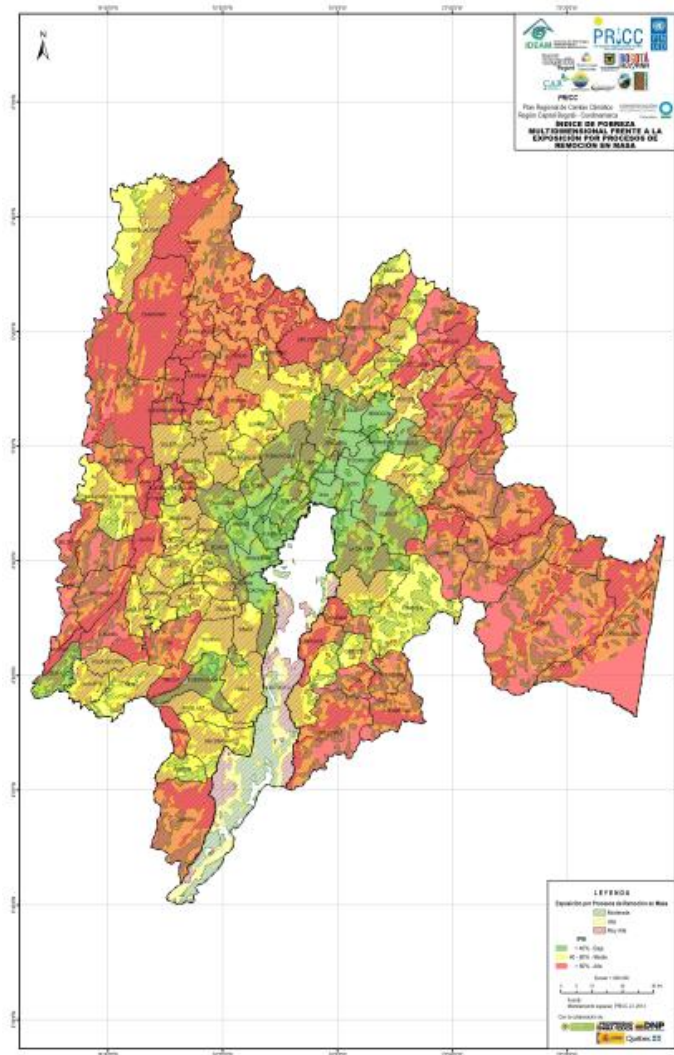


Figura 43. IPM frente a exposición a amenazas por procesos de remoción en masa. IPM, DANE, 2007; remoción en masa, IDEAM, 2010.

35.3.2. Distrito Capital

Este indicador está representado principalmente por el Índice de pobreza multidimensional (IPM) por localidad, explicado anteriormente para el caso del Departamento de Cundinamarca.

La figura 24 muestra que las localidades con menor Índice de Pobreza Multidimensional para el Distrito Capital son las que se acercan a “cero” y las más pobres económicamente son las que más se alejan de este valor. En este sentido las localidades con menos recursos económicos son las que se encuentran al sur de la ciudad (exceptuando a Suba que también se incluye pero que está en el noroccidente de la ciudad). Esta figura muestra, desde el punto de vista socio-económico, las localidades

que son vulnerables al no contar con suficiente capacidad de respuesta por falta de recursos económicos. Es de señalar que existe una relación directa entre la pobreza y la capacidad adaptativa de una población desde el punto de vista económico. Si una población presenta un alto índice de pobreza, menor va a ser su capacidad de adaptación por la falta de recursos económicos y de capacidad de respuesta frente a diferentes exposiciones.

Por otro lado, según datos de la Cámara de Comercio de Bogotá del año 2012, el 35% de la actividad económica de la ciudad está asociada al sector servicios, el 33% comercio, el 12% industria y el otro 15% está distribuido en otras actividades. Es decir que el 85% de la economía del Distrito Capital esta soportada en servicios, comercio e industria.

De conformidad con lo anterior, las localidades que más le aportan al PIB del Distrito Capital, teniendo en cuenta las actividades económicas de cada localidad y el número de empresas son: *Puente Aranda, Fontibón, Kennedy, Los Mártires, Engativá y Barrios Unidos*. Por otro lado las que más productividad laboral tuvieron en el año 2012 fueron *Tunjuelito, seguida de Chapinero y Teusaquillo*.

En las figuras 24 a 26 se presenta la vulnerabilidad de acuerdo con el IPM y las exposiciones a inundaciones, incendios y remoción en masa, para cada localidad. En estos mapas se observa que las inundaciones al igual que la exposición de remoción en masa, coincide con las localidades que presentan mayores índices de pobreza. Por consiguiente estas localidades tendrían un mayor grado de vulnerabilidad teniendo en cuenta el grado de exposición y de sensibilidad que se ve aumentado por presentar un alto grado de pobreza. Como se explicaba con anterioridad, un alto grado de pobreza puede significar una baja capacidad de respuesta y por consiguiente de adaptación frente a eventos relacionados con el cambio climático y específicamente frente a las exposiciones que se han relacionado en este estudio.

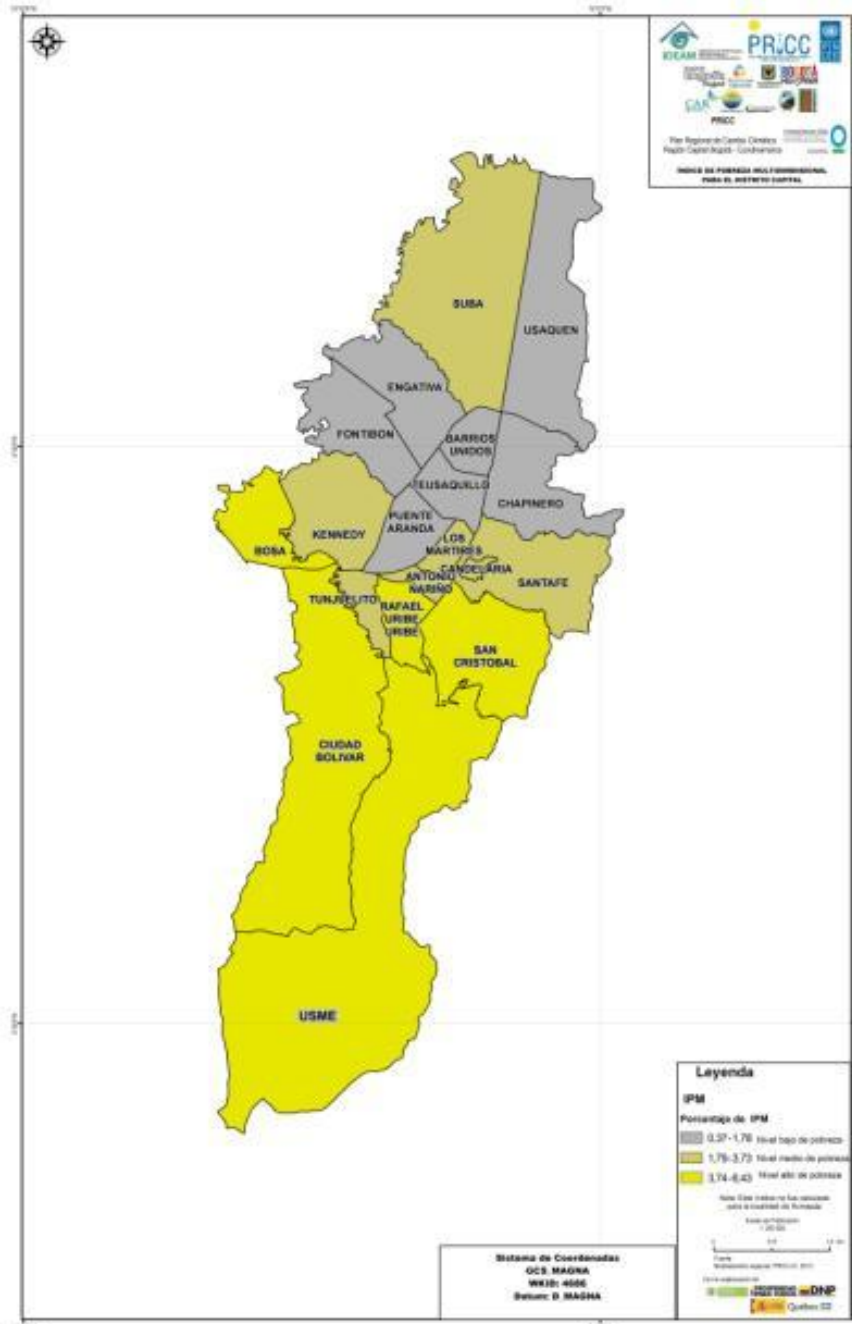


Figura 44. Índice de Pobreza Multidimensional para Bogotá. No se presenta la localidad de Sumapaz por carecer de información al respecto. Fuente: DANE – SDP, 2011.

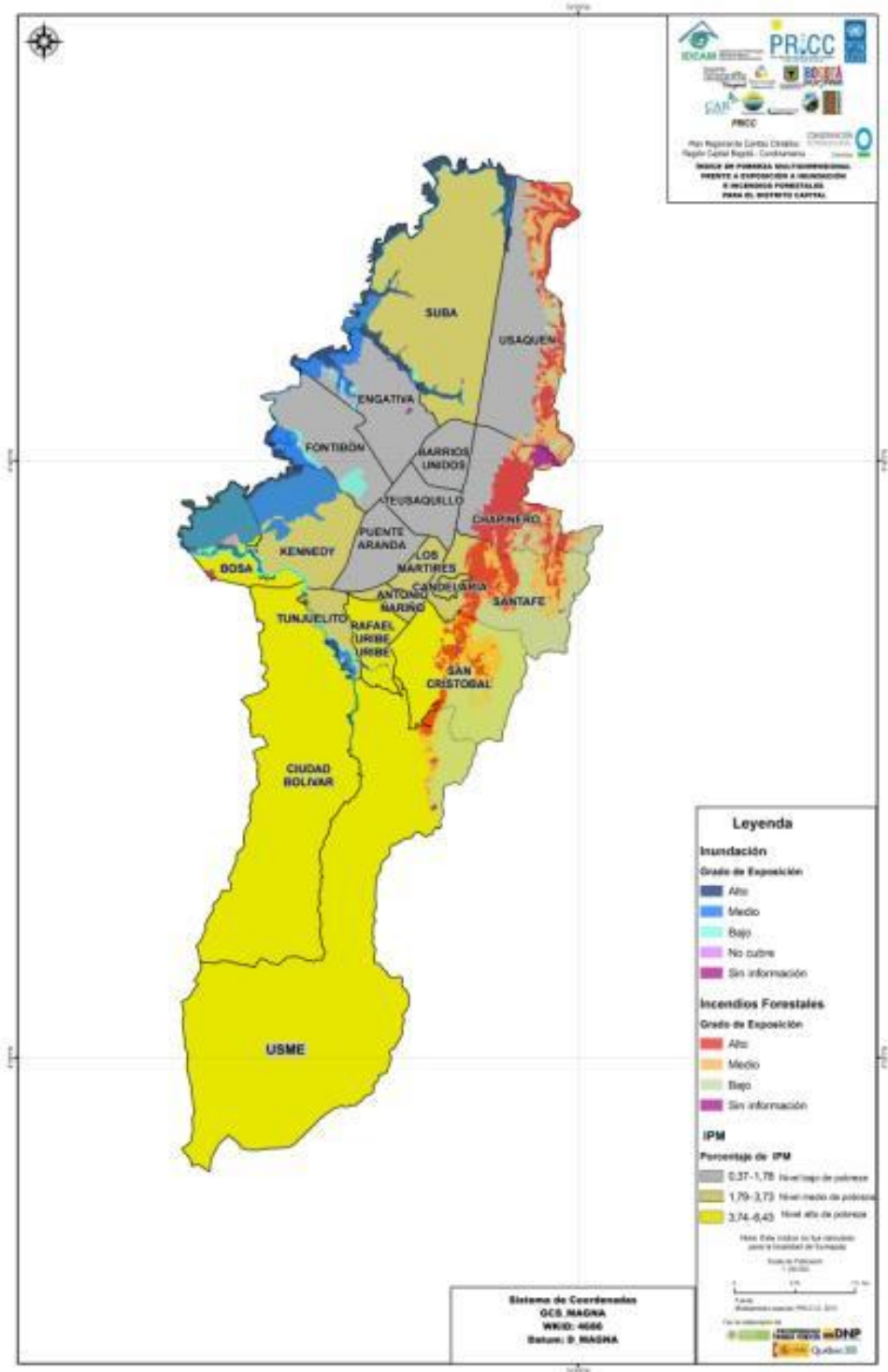


Figura 45. Índice de Pobreza Multidimensional frente a exposición a inundación e incendios forestales. No se presenta la localidad de Sumapaz por carecer de información al respecto. Fuente: IPM, DANE-SDP, 2001. Incendios e inundación: SDP, 2011.

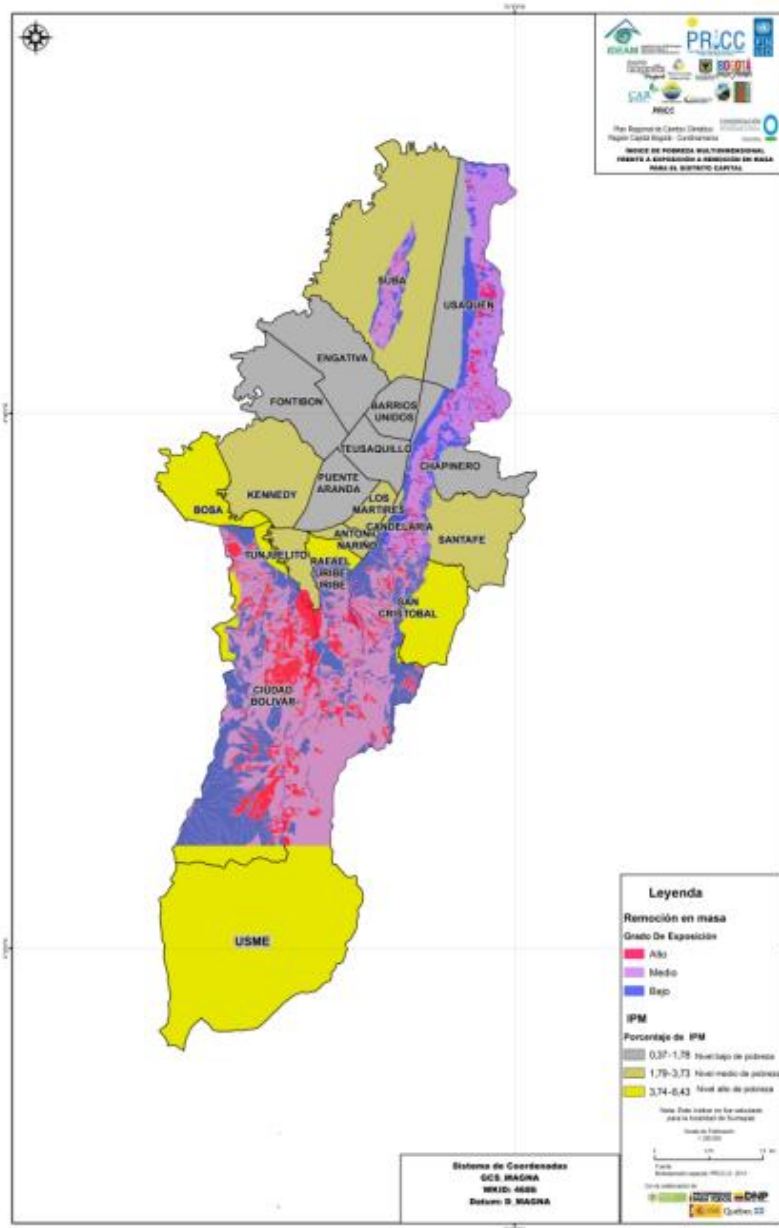


Figura 46. Índice de Pobreza Multidimensional frente a exposición por remoción en masa. No se presenta la localidad de Sumapaz por carecer de información al respecto. Fuente: IPM, DANE-SDP, 2001; remoción en masa, SDP, 2009.

35.4. Vulnerabilidad a sistemas de producción agrícola

A partir del mapa de cobertura y uso de la tierra (IDEAM, 2010), se identificaron las áreas dedicadas a la producción agrícola en el departamento (Figura 27), sobre las cuales se estimó la vulnerabilidad por disponibilidad hídrica a partir de los modelamientos hidrológicos realizados (Figura 28).

Esta información junto con las estadísticas agropecuarias (Gobernación de Cundinamarca, 2011) que permiten determinar los cultivos principales de cada municipio (figura 29), permiten afirmar que en general para toda el área del Departamento dedicada a actividades agropecuarias, se va a presentar una disminución en la disponibilidad hídrica en los terrenos dedicados a la producción agrícola de hasta un 60%, lo cual implica reducciones altas, aunque la tendencia más generalizada para los territorios agrícolas y agropecuarios corresponde a reducciones del 20% (ver figura 28). Los municipios que se verán más afectados, son Choachí, Ubaque, Chipaque, Cáqueza, Quetame y Fosca hacia el sur oriente y hacia el nor oriente del Departamento se evidencia mayores disminuciones en Machetá, Manta, Tiribita y en los Cañones de la Cuenca del Guavio en los municipios de Gachetá, Junín, Gama y Ubalá. El único sector que al parecer no sufrirá impactos por déficit hídrico serán los municipios de Medina y Paratebuena, cuya disponibilidad hídrica podría verse incrementada en algunos sectores hasta en un 100%.

Como se mencionó anteriormente, en la figura 28, se presentan los rangos de vulnerabilidad por disponibilidad hídrica para los territorios del Departamento dedicados a actividades agropecuarias. Al comparar estos datos con los cultivos vulnerables al CC previstos por el CIAT (2012), se puede concluir que los cultivos que presentarán las mayores afectaciones serán caña panelera y papa cuyos cultivos son los de mayor extensión en Cundinamarca y se localizan en municipios donde se estiman las mayores disminuciones en la disponibilidad hídrica como consecuencia del CC.

Tal y como lo señala el CIAT (2012), dentro de los principales impactos previstos sobre estos cultivos, y sobre los de flores, plátano y café que también pueden verse afectados, se encuentran los cambios en la fenología del cultivo y el consiguiente impacto sobre el flujo de los productos hacia los mercados y cadenas de abastecimiento; posibles aumentos de la prevalencia a cambios en plagas y enfermedades; intensificación de los procesos de degradación y desertificación de la tierra; riesgo de pérdida de los recursos fitogenéticos que actualmente estén mal representados o no se los esté conservando *ex situ* y pérdida gradual de la aptitud climática de cultivos y pasturas, disminución de la productividad que puede incluir el abandono de algunos territorios agrícolas.

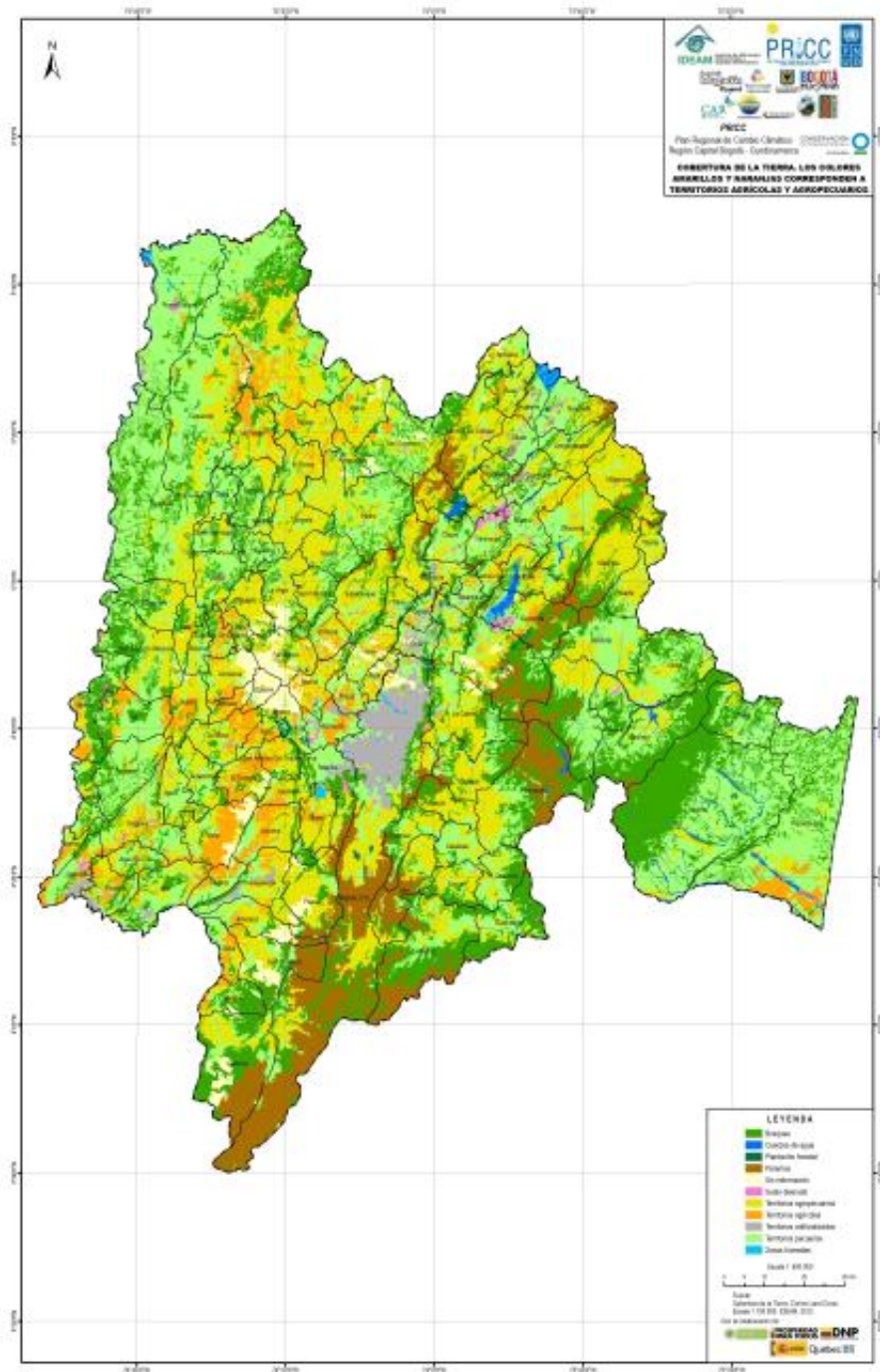


Figura 47. Cobertura de la tierra. Los colores amarillos y naranjas corresponden a territorios agrícolas y agropecuarios. Fuente: IDEAM, 2010.

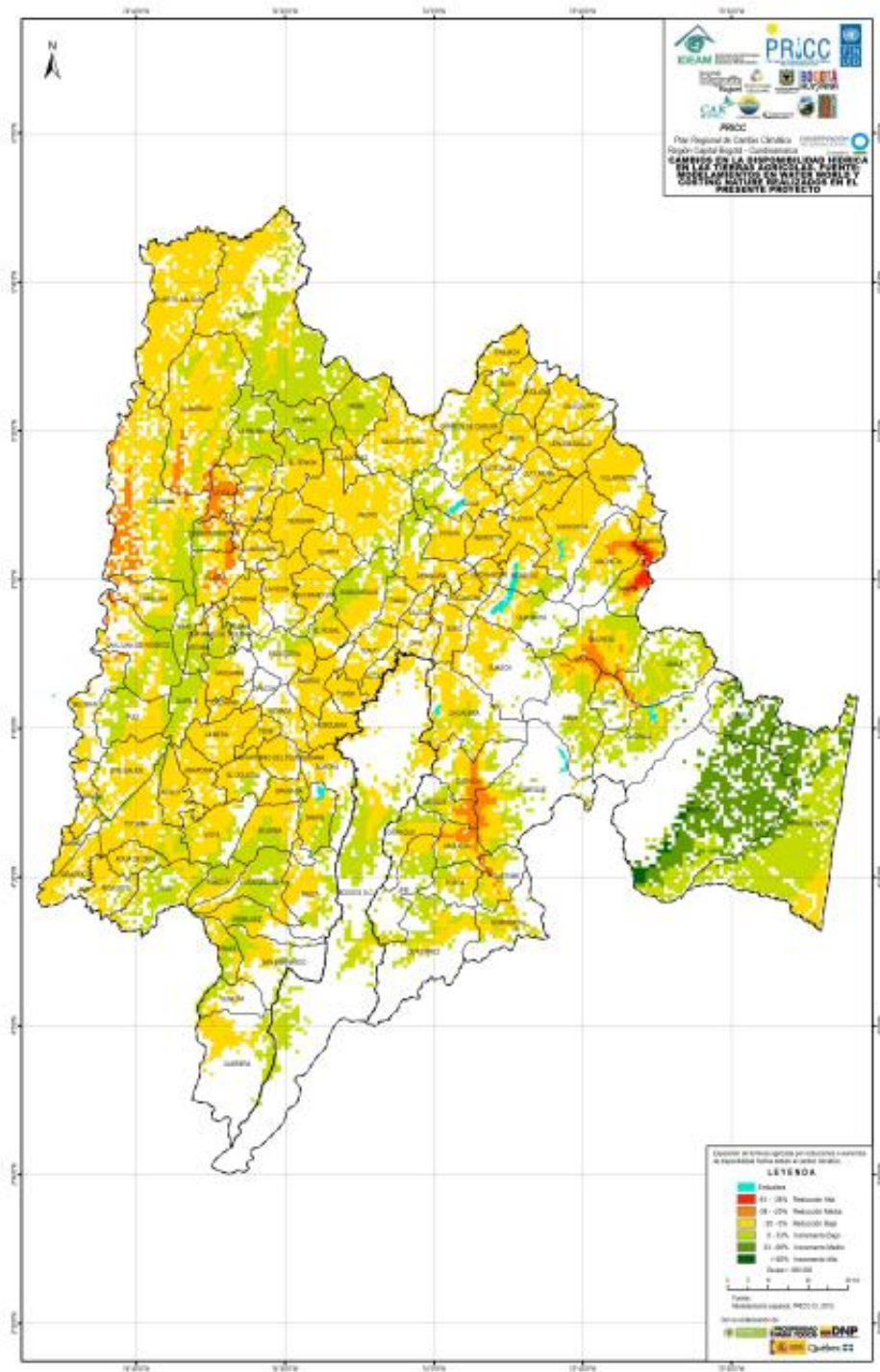


Figura 48. Cambios en la disponibilidad hídrica en las tierras agrícolas. Fuente: Modelamientos en Water World realizados en el presente proyecto.

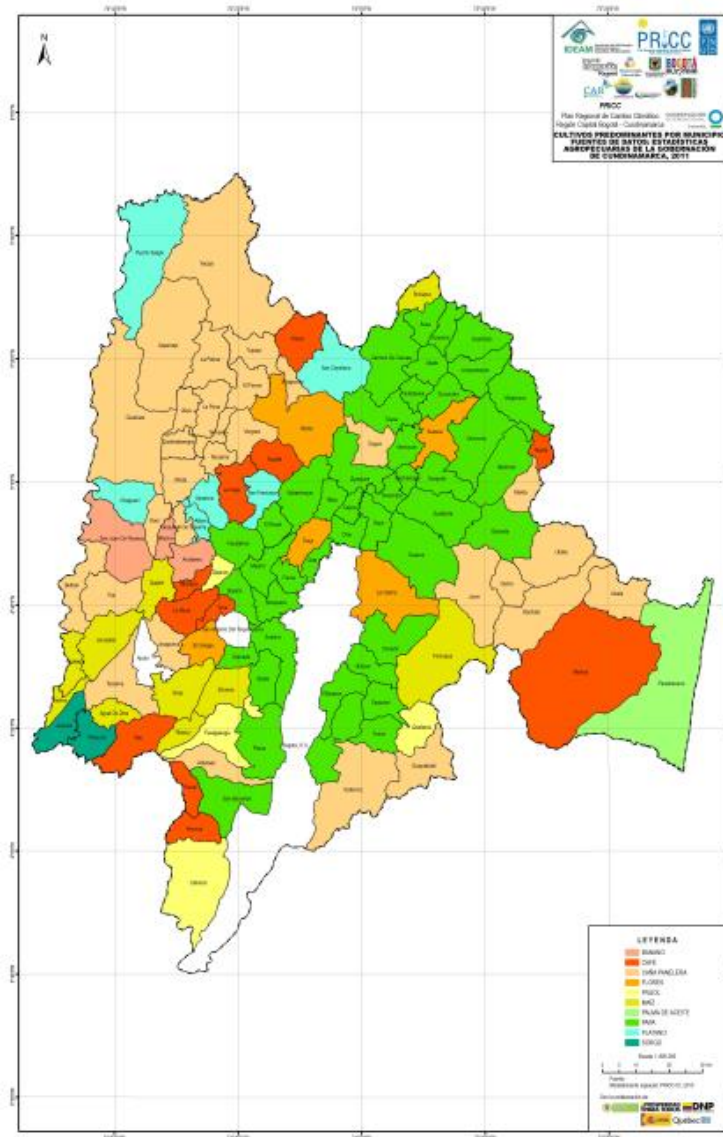


Figura 49. Cultivos predominantes por Municipio. Fuentes de datos: Estadísticas agropecuarias de la Gobernación de Cundinamarca, 2011.

35.5. Vulnerabilidad de los asentamientos humanos

Los asentamientos humanos actuales, según distribución espacial de viviendas, y su proyección al 2050, según los planes de expansión de los POT, EOT PBOT, se presentan en las figuras 30 y 31.

Al cruzar el mapa de los asentamientos humanos actuales del Departamento con la exposición por inundaciones y remoción en masa, se observa que las inundaciones afectan a los asentamientos del centro, el occidente y el nor-oriente del territorio. Por otro lado las amenazas por remoción en masa muestran que todo el Departamento es vulnerable debido al alto grado de exposición. En general se observa que los municipios que presentan las mayores vulnerabilidades en la infraestructura son los

que se encuentran sobre las áreas inundables de la Sabana de Bogotá particularmente Soacha, Mosquera, Funza, Madrid, Cota, Tenjo, Chía, Sopó, Cajicá, Zipaquirá, Gachancipá, Nemocón, Cucunubá, Sutatausa, Lenguaque, Fúquene y Guachetá.

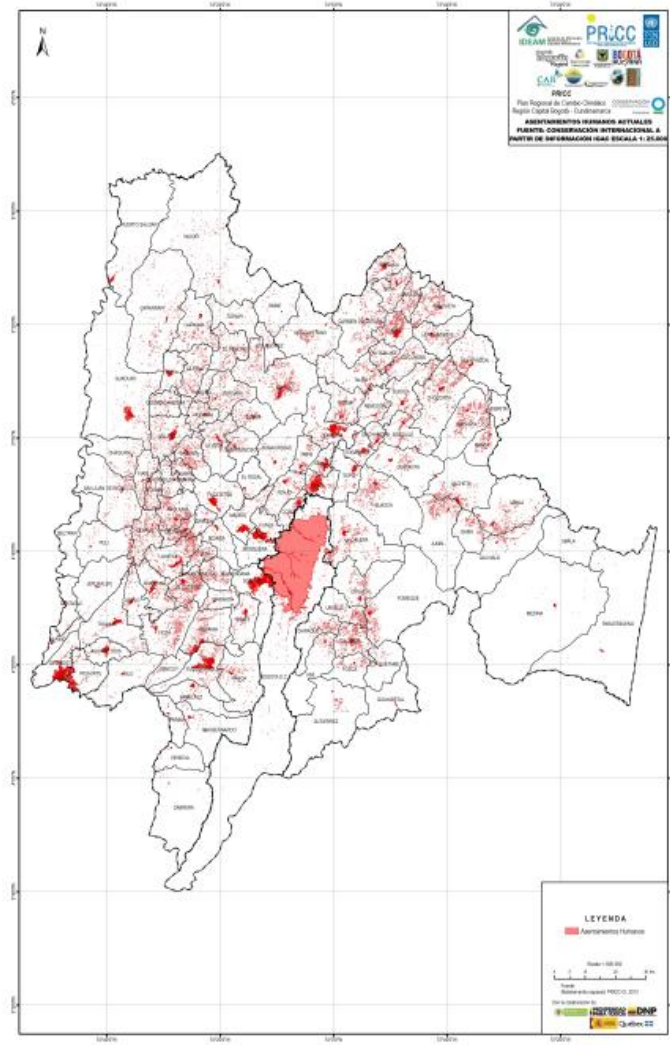


Figura 50. Asentamientos humanos actuales. Fuente: Conservación Internacional a partir de información IGAC escala 1:25.000

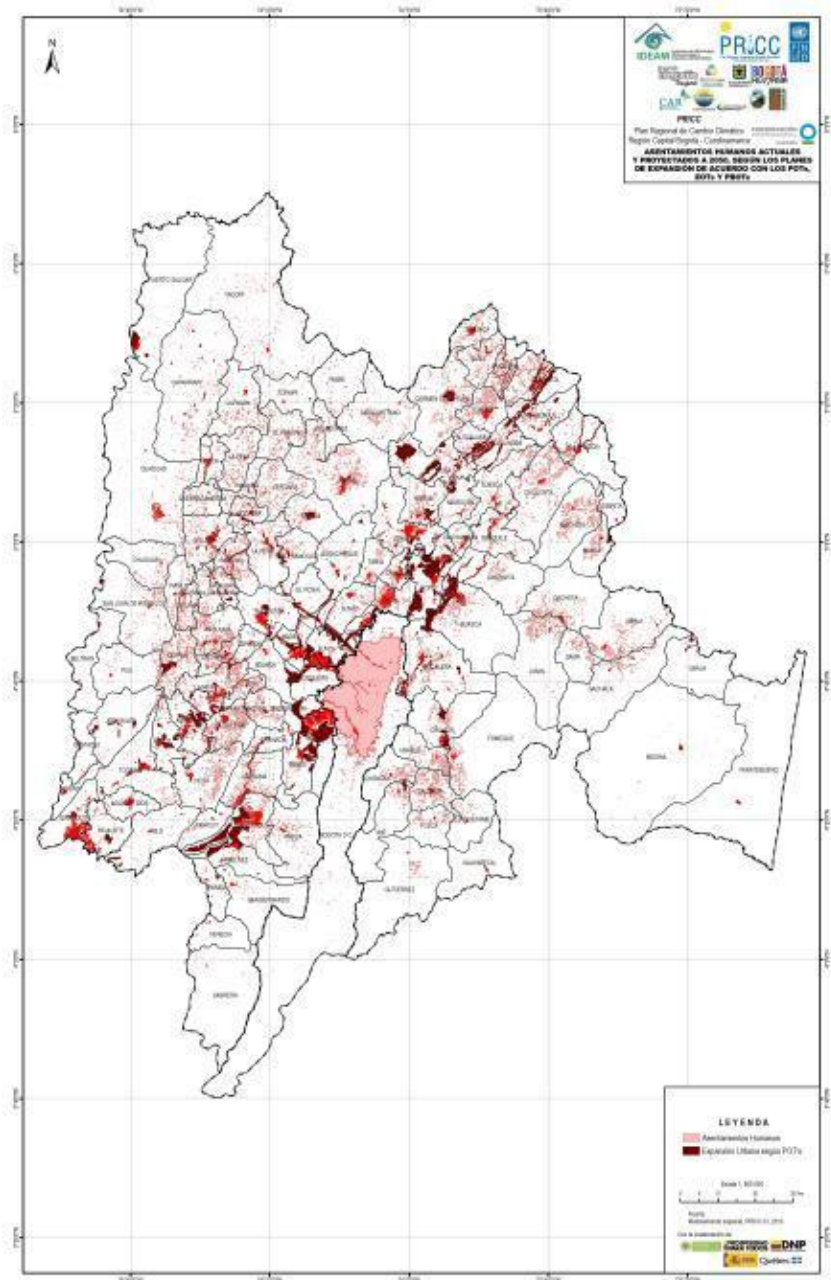


Figura 51. Asentamientos humanos actuales y proyectados al 2050 según los planes de expansión de acuerdo con los POTs, EOTs y PBOT. Fuente: POTs, EOTs y PBOTs del Departamento de Cundinamarca.

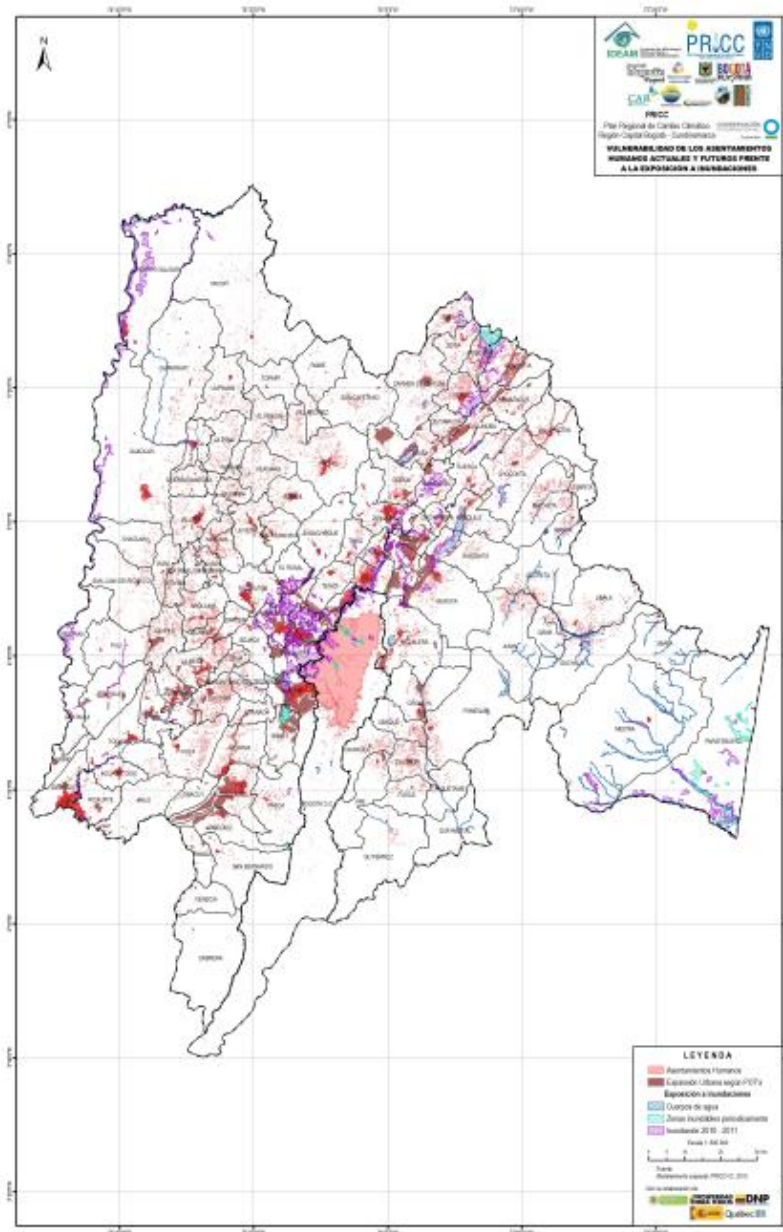


Figura 52. Vulnerabilidad de los asentamientos humanos actuales y futuros frente a la exposición a inundaciones. Fuente: Inundaciones: IDEAM, IGAC, DANE, 2011; Asentamientos: elaborado por el presente estudio a partir de la cartografía IGAC a escala 1:25.000.

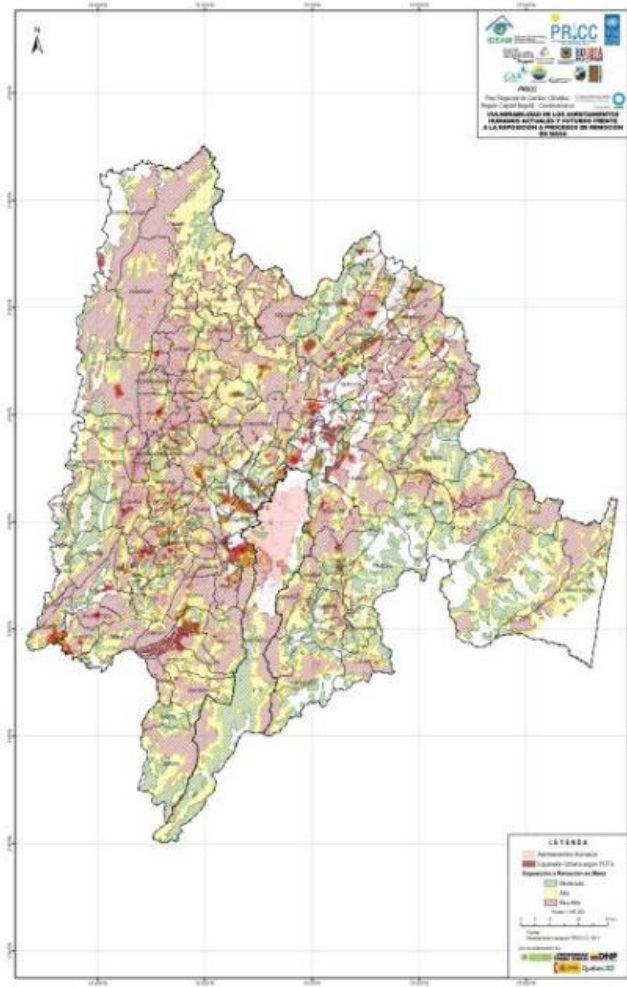


Figura 53. Vulnerabilidad de los asentamientos humanos actuales y futuros frente a la exposición a procesos de remoción en masa. Fuente: Remoción en masa; Asentamientos: elaborado por el presente estudio a partir de la cartografía IGAC a escala 1:25.000.

35.6. Vulnerabilidad de las viviendas y acceso a servicios públicos

35.6.1. Cundinamarca

Este indicador se construyó a partir de la estimación de la sensibilidad tomando como base la información de viviendas y específicamente el material utilizado en las paredes, pisos y el acceso a servicios públicos como acueducto, alcantarillado, energía eléctrica y recolección de basuras. De esta manera los valores de calidad de las viviendas se definieron de la siguiente forma:

Tipo de Material

- Sin Paredes Bajo
- Zinc – Teja – Cartón Bajo
- Vegetal Bajo
- Madera burda Medio
- Bareque Medio
- Tapia – Adobe Alto
- Bloque – Ladrillo Alto

Servicios Públicos

Los servicios públicos fueron analizados según la cobertura del servicio:

- Acueducto
 - Alto > 70%
 - Medio 40% - 70%
 - Bajo < 40%

- Alcantarillado
 - Alto > 60%
 - Medio 30% - 60%
 - Bajo < 30%

- Energía Eléctrica
 - Alto La mayoría de los municipios tienen más del 80% de energía eléctrica

- Basuras
 - Alto > 60%
 - Medio 30% - 60%
 - Bajo < 30%

En la figura 34 se ilustra el modelo gráfico utilizado para estimar la sensibilidad por condiciones de la vivienda y acceso a los servicios públicos y la vulnerabilidad por estos factores frente a inundaciones y remoción en masa.

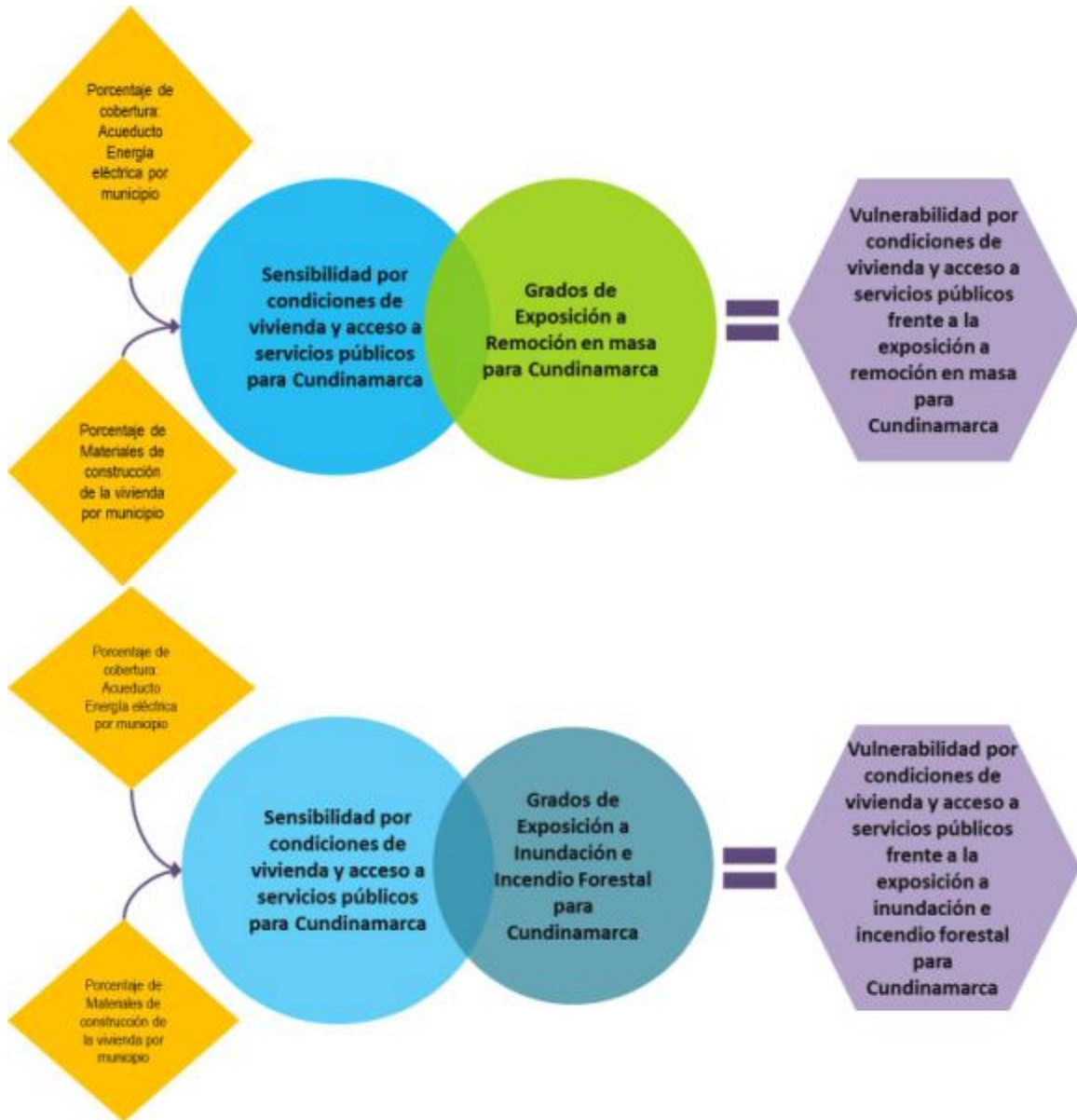


Figura 54. Modelo gráfico para estimar la sensibilidad de Cundinamarca por condiciones de la vivienda y acceso a servicios públicos.

Este indicador muestra que la sensibilidad desde este punto de vista, es inversamente proporcional a la calidad de los materiales de construcción y a la de sus servicios públicos. Es decir, que a mejor calidad de los materiales de construcción de las viviendas y acceso a servicios públicos, menor sensibilidad y viceversa. De acuerdo con lo anterior, se observa que la mayoría del territorio presenta una sensibilidad alta y media. Por otro lado se observa que aunque todo el territorio presenta, en términos generales, buenos materiales de construcción y acceso a servicios públicos, los siguientes ocho municipios presentan una alta sensibilidad: Yacopí, Paime, Topaipí, Chaguani, Puli, Jerusalén, Venecia y Cabrera (Figura 35).

Así mismo, es interesante mencionar que este indicador muestra una coincidencia entre los municipios que presentan mayores PIB y los que presentan menores índices de pobreza; por otra parte, estos mismos municipios son los que presentan menor sensibilidad frente a los materiales de construcción y acceso a servicios públicos. En otras palabras entre mejor sean los indicadores económicos de una población, mejor serán sus condiciones de vivienda y por consiguiente menor será su sensibilidad. Dentro de este contexto, los municipios que tienen menor sensibilidad son los que se encuentran alrededor del Distrito Capital es decir: Villapinzón, Chocontá, Sesquilé, Suesca, Nemocón, Cogua, Gachancipá, Tocancipá, Zipaquirá, Guasca, Sopó, Chía, Cajicá, Tabio, Subachoque, Tenjo, Cota, Funza, Madrid, Mosquera, Socaha.

Desde otro punto de vista, al cruzar este indicador con los mapas de las diferentes exposiciones identificadas, se observa por el lado de las inundaciones que los municipios anteriormente expuestos, en términos generales, presentan buenos materiales de construcción de las viviendas y acceso a servicios públicos (lo cual los hace poco sensibles desde este punto de vista aunque es importante considerar otros factores como el método constructivo de las viviendas). Sin embargo; desde el punto de vista de la exposición por remoción en masa todo el territorio presenta una alta grado de exposición por lo que se podría afirmar que todo el municipio es vulnerable por esta variable (Figuras 41 y 42).

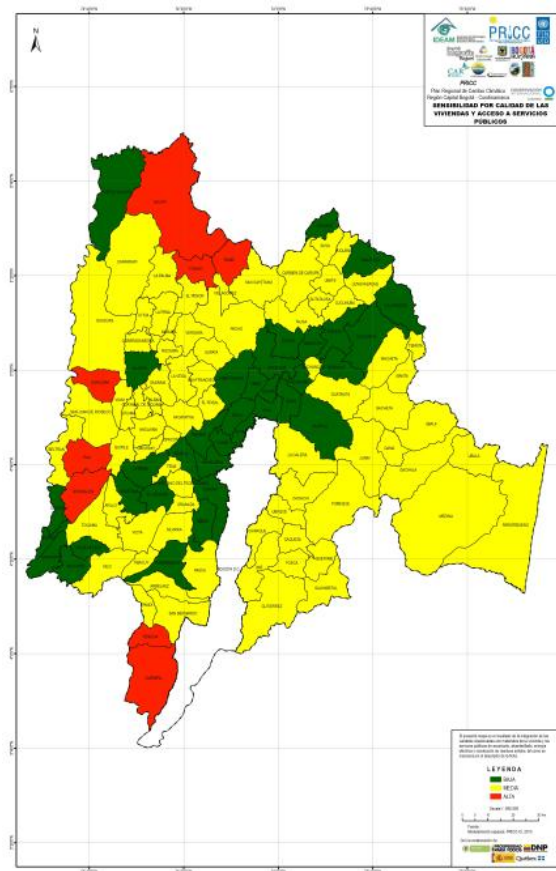


Figura 55. Sensibilidad por calidad de las viviendas y acceso a servicios públicos. Fuente: Clasificación realizada en el presente estudio a partir los datos de viviendas y acceso a servicios públicos de La Secretaría de Planeación, Gobernación de Cundinamarca, 2010.

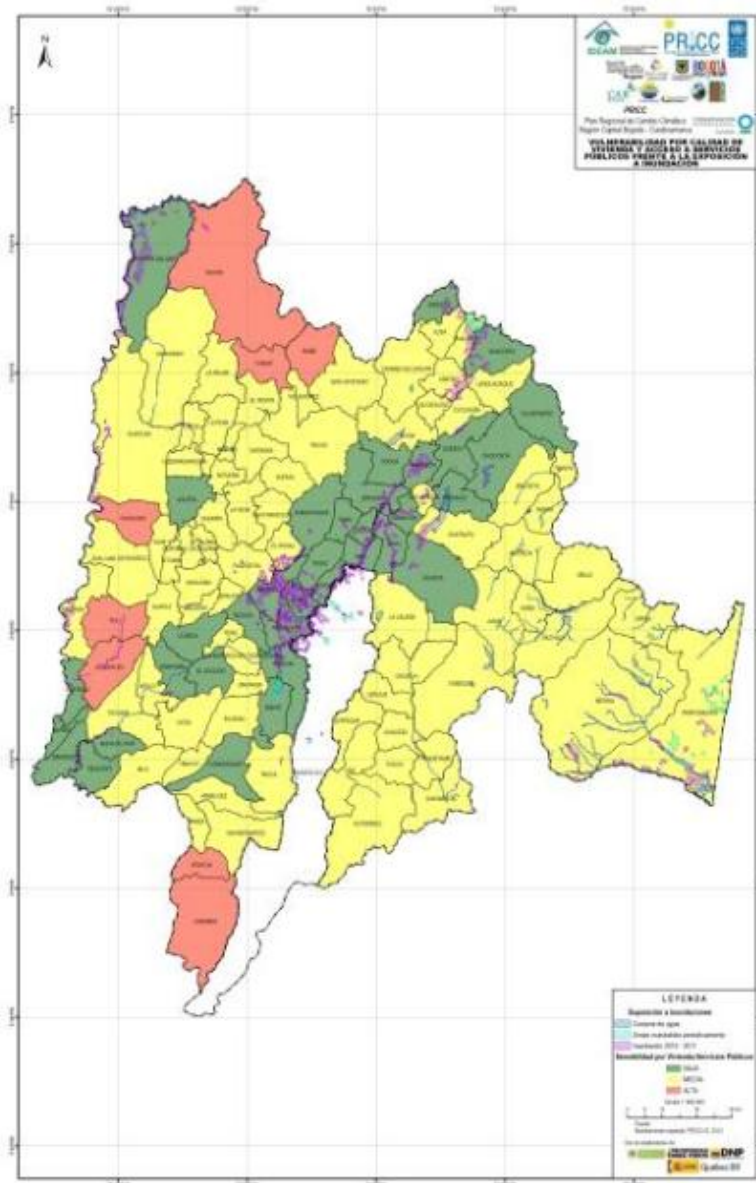


Figura 56. Vulnerabilidad por calidad de vivienda y acceso a servicios públicos frente a la exposición a inundación. Fuente: viviendas y acceso a servicios públicos de La Secretaría de Planeación, Gobernación de Cundinamarca, 2010; Inundaciones: IDEAM, IGAC, DANE, 2011.

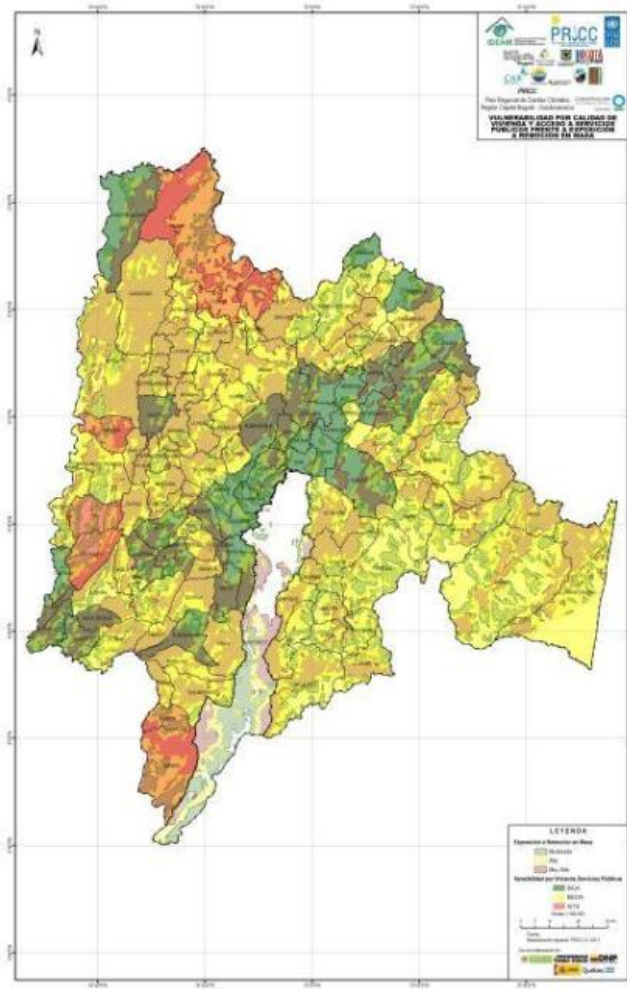


Figura 57. Vulnerabilidad por calidad de vivienda y acceso a servicios públicos frente a exposición a remoción en masa. Fuente: viviendas y acceso a servicios públicos de La Secretaría de Planeación, Gobernación de Cundinamarca, 2010; Remoción en masa: IDEAM, 2010.

35.6.2. Distrito Capital

Este indicador se consolida teniendo como base la información de viviendas de cada localidad del Distrito Capital. Específicamente el material de las viviendas que se tuvo en cuenta fue el de las paredes y el acceso a servicios públicos: acueducto y energía eléctrica. De esta manera respecto a las viviendas los valores de calidad se definieron de la siguiente forma:

Material

- Bloque o Ladrillo
- Madera y Otro

Servicios Públicos: Los servicios públicos fueron analizados según la cobertura del servicio:

Acueducto y Energía Eléctrica

- Alto > 70%
- Medio 40% - 70%
- Bajo < 40%

En la figura 38 se presenta el modelo gráfico utilizado para estimar la sensibilidad por condiciones de la vivienda y acceso a los servicios públicos.

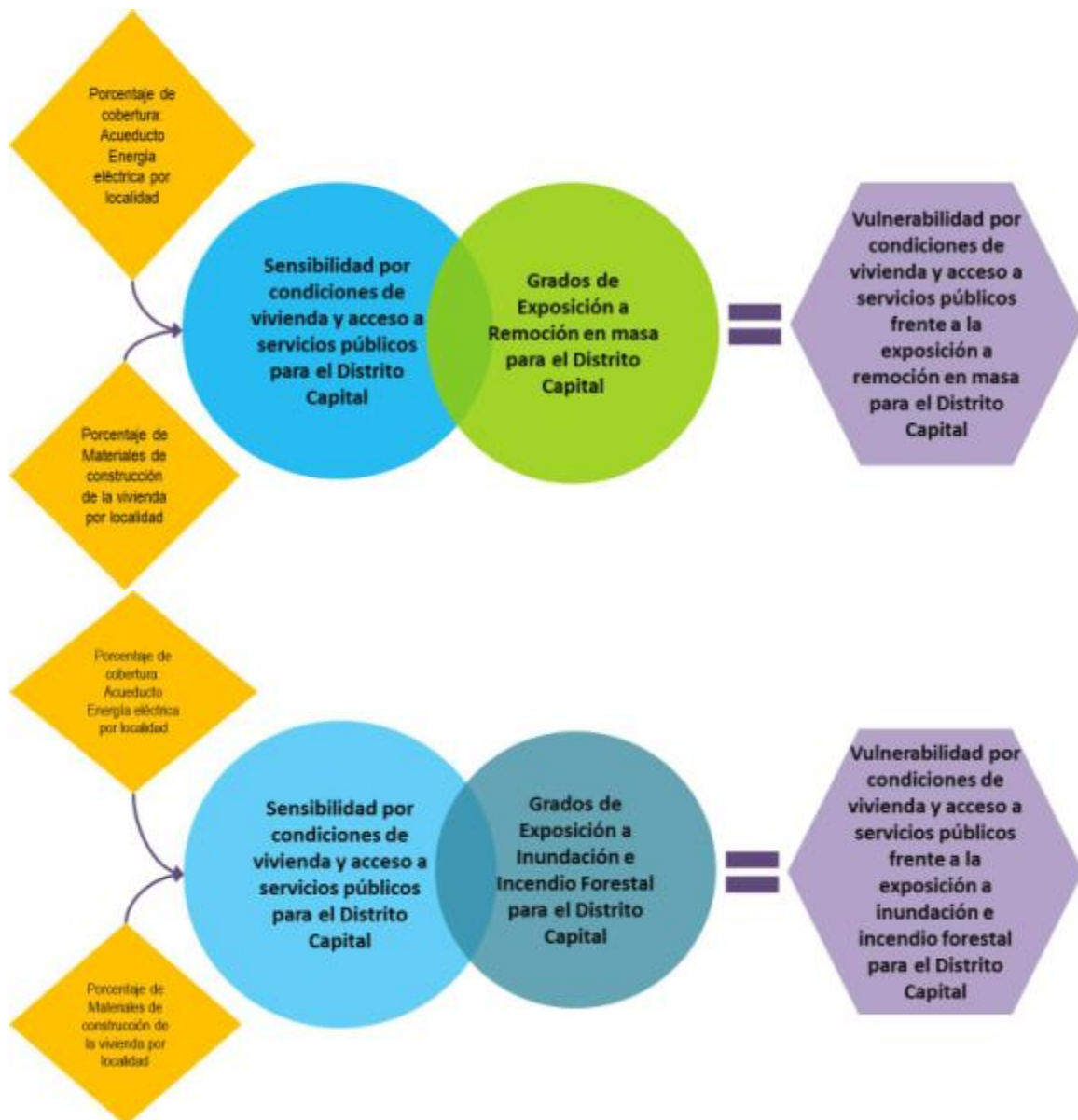


Figura 58. Modelo gráfico para estimar la sensibilidad del Distrito Capital por condiciones de la vivienda y acceso a servicios públicos.

Este indicador muestra como resultado que la sensibilidad desde este punto de vista es inversamente proporcional a la calidad de los materiales de construcción y a la de sus servicios públicos. Es decir que a mejor calidad de los materiales de construcción de las viviendas y acceso a servicios públicos, menor sensibilidad y viceversa. Por consiguiente; los resultados de este indicador muestran que la mayoría de las localidades de Distrito Capital presentan una sensibilidad media. Por otro lado existe, una relación directa entre los indicadores económicos de las localidades y la calidad de los materiales de construcción de las viviendas y el acceso a servicios públicos (lo cual los hace más o menos sensibles dependiendo de estas condiciones). Es decir, que las viviendas menos sensibles están en localidades con los menores índices de pobreza. Por otro lado se observa cómo todas las localidades con excepción de Sumpaz, presentan una cobertura de servicios públicos alta (figura 39).

Por otro lado, al cruzar el mapa de tipos de vivienda con las diferentes exposiciones (inundaciones, remoción en masa e incendios), se puede ver que las localidades que están expuestas a inundaciones presentan materiales de construcción y servicios públicos que se ubican en categorías medias y bajas. Lo anterior los hace altamente sensibles por estas condiciones. Así mismo al evaluar la exposición por procesos de remoción en masa, se muestra que las localidades expuestas tienen una calidad baja en cuanto a sus materiales de construcción lo cual las hace también altamente sensibles (figuras 40 y 41). Es de señalar que Bogotá presenta casi en un 100% acceso total a servicios públicos.

Teniendo en cuenta lo anterior se puede observar que Bogotá presenta una alta vulnerabilidad teniendo en cuenta las zonas de exposición y la sensibilidad de la calidad de las viviendas de construcción de las localidades que allí se encuentran. Por último se menciona que las localidades más sensibles son las que presentan mayores índices de pobreza, lo cual disminuye la capacidad adaptativa y de respuesta que puedan tener estas poblaciones. Estas localidades son Suba, Engativá, Fontibón, Kennedy y Bosa.

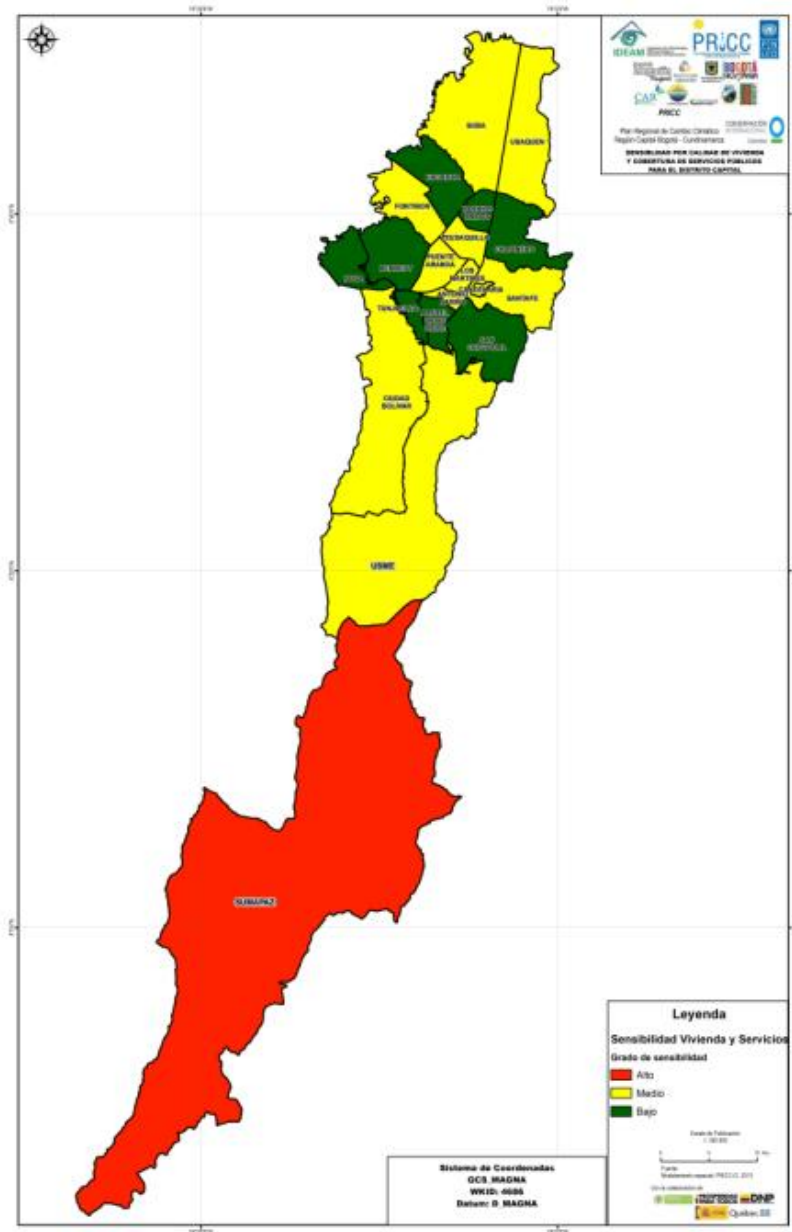


Figura 59. Sensibilidad del Distrito Capital por calidad de las viviendas según materiales de construcción de la vivienda y acceso a servicios públicos. Fuente: SDP, 2009

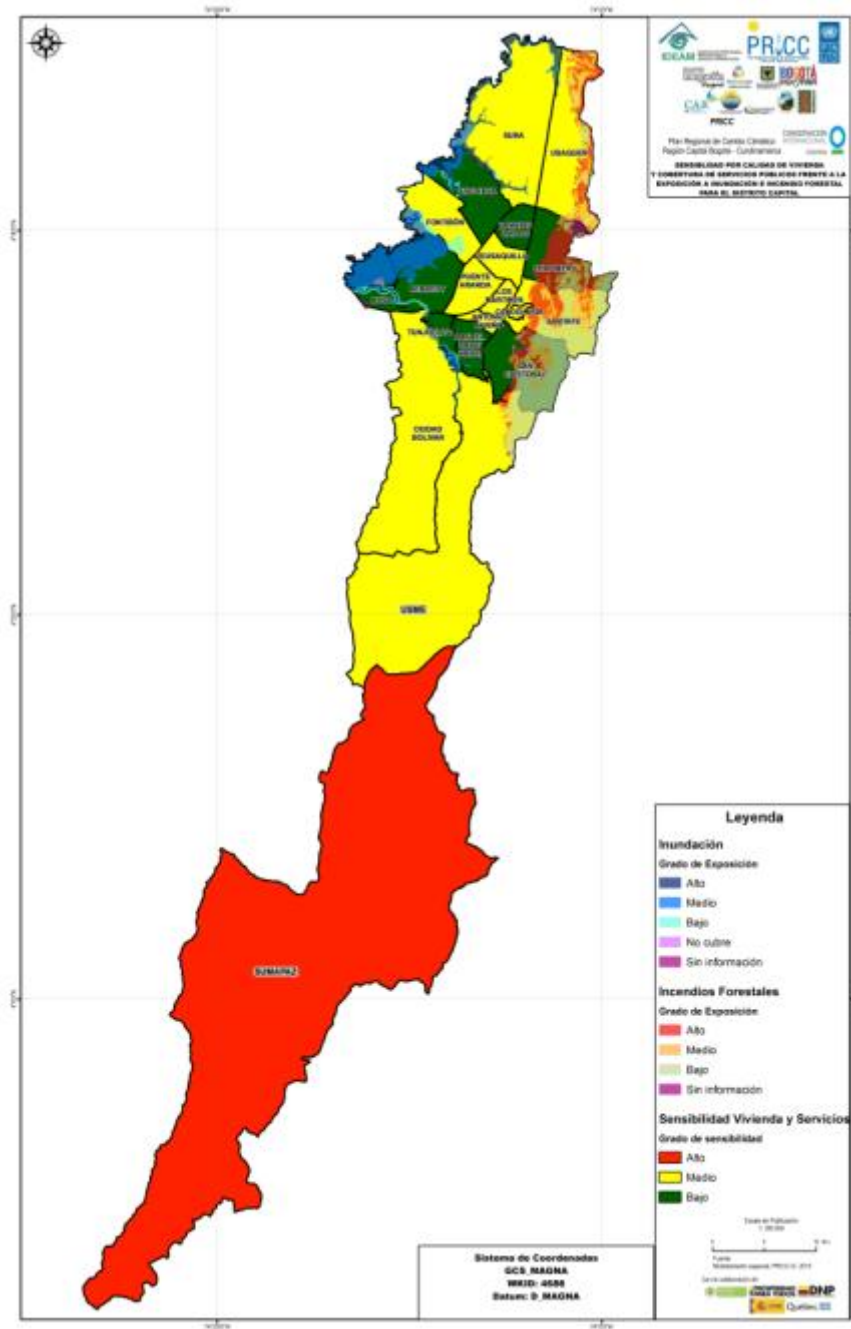


Figura 60. Vulnerabilidad por calidad de vivienda y acceso a servicios públicos en el Distrito Capital frente a la exposición a inundaciones e incendios forestales. Fuente: SDP, 2009.

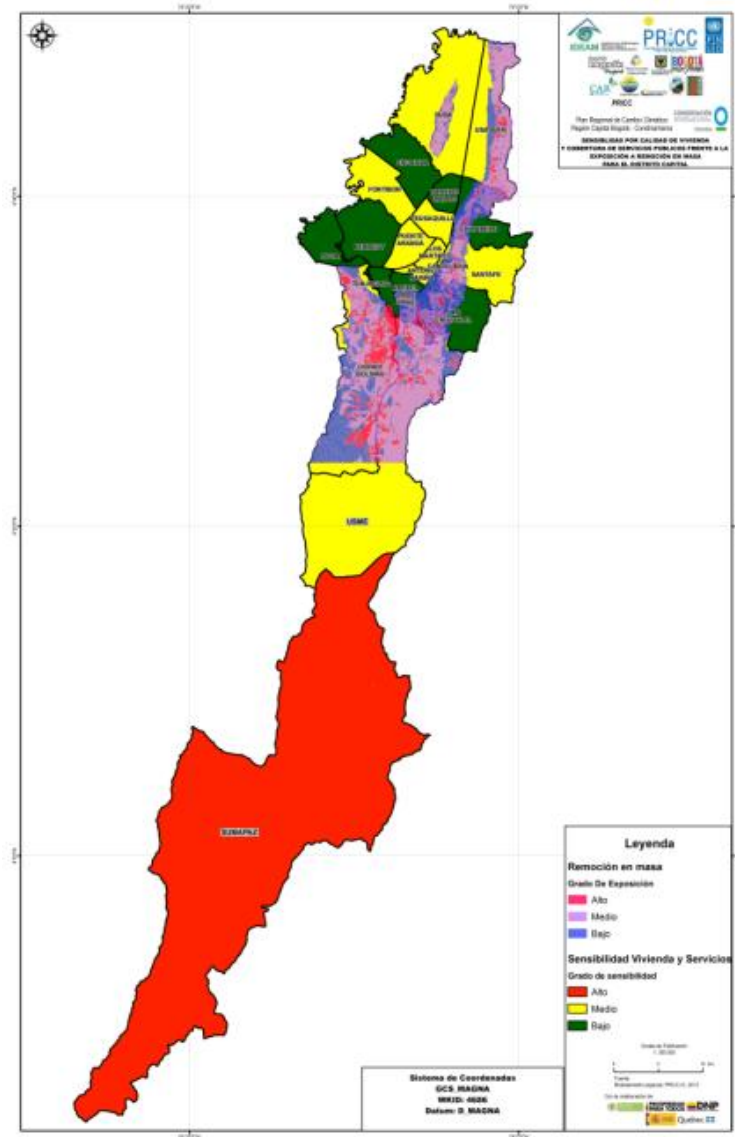


Figura 61. Vulnerabilidad por calidad de vivienda y acceso a servicios públicos en el Distrito Capital frente a la exposición a remoción en masa. Fuente: SDP, 2009.

35.7. Vulnerabilidad a la infraestructura física y social y proyectos de explotación de recursos del suelo y subsuelo

35.7.1. Cundinamarca

Las figuras 42 a 44 muestran la localización de la infraestructura vial, centros de salud, oleoductos, instituciones educativas y red eléctrica de alta tensión. Cada uno de estos elementos se ha cruzado con los mapas de exposición por inundaciones y remoción en masa, las cuales generan el mayor riesgo para la infraestructura. Los resultados muestran que las mayores vulnerabilidades se

concentran en la infraestructura de los municipios y localidades asociados a las áreas inundables de los ríos Bogotá y Magdalena.

Por otro lado la localización de los actuales títulos mineros y solicitudes existentes, así como las áreas donde se tienen previstas actividades de exploración y futuras explotaciones de hidrocarburos (Figuras 45 a 47) ponen de manifiesto la urgente necesidad de evaluar la pertinencia de estas actividades en el Departamento dado que tal como se ha observado en los anteriores indicadores, se prevé una disminución en la disponibilidad hídrica para la actividad agrícola la cual podría incrementarse aún más por las pérdidas en la capacidad de almacenamiento y regulación por parte de los suelos, al ser estos altamente afectados por la minería y la explotación de hidrocarburos, así como posibles conflictos por el uso del suelo.

Si las tendencias en la actividad minera continúan en la intensidad actual o se incrementa al otorgar títulos en las solicitudes existentes, el déficit hídrico podría poner en alta vulnerabilidad a todo el departamento y particularmente a la actividad agropecuaria predominante en la región.

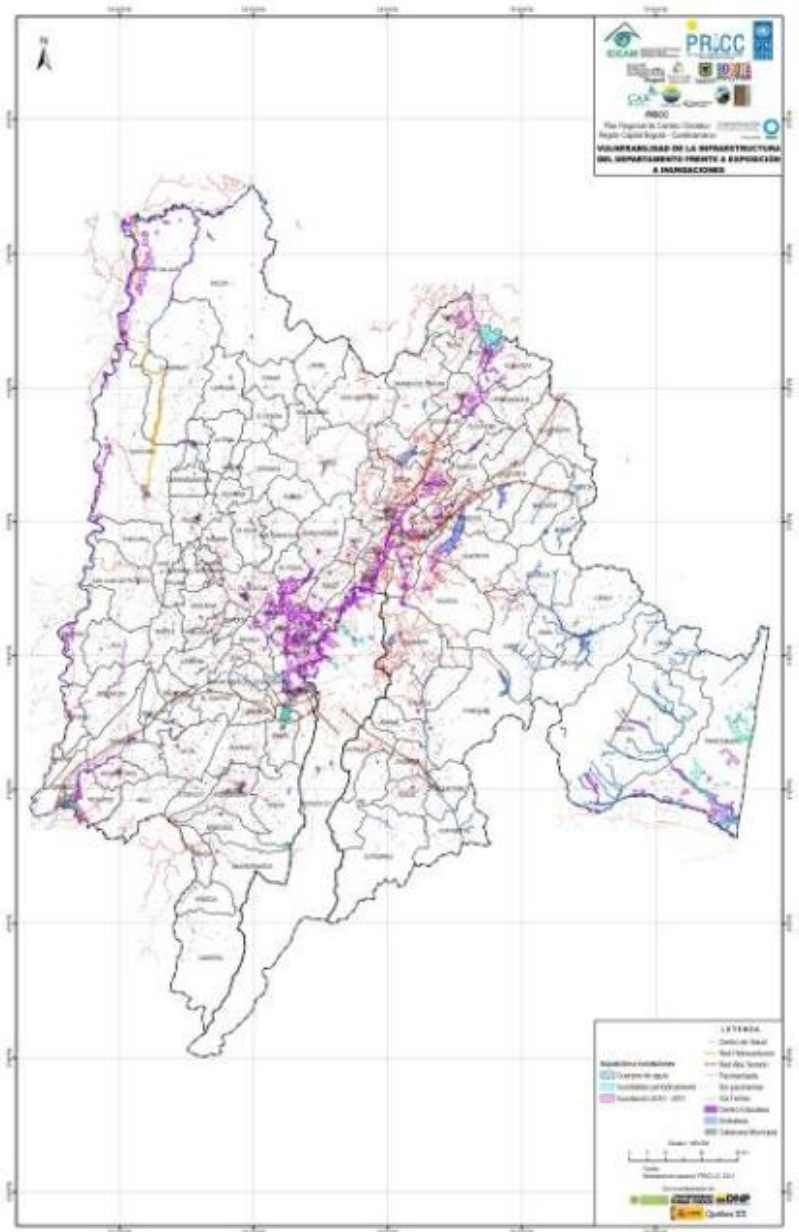


Figura 62. Vulnerabilidad de la infraestructura del Departamento frente a exposición a inundaciones. Fuente: Cartografía IGAC a escala 1:25.000. Inundaciones: IDEAM, IGAC, DANE, 2011.

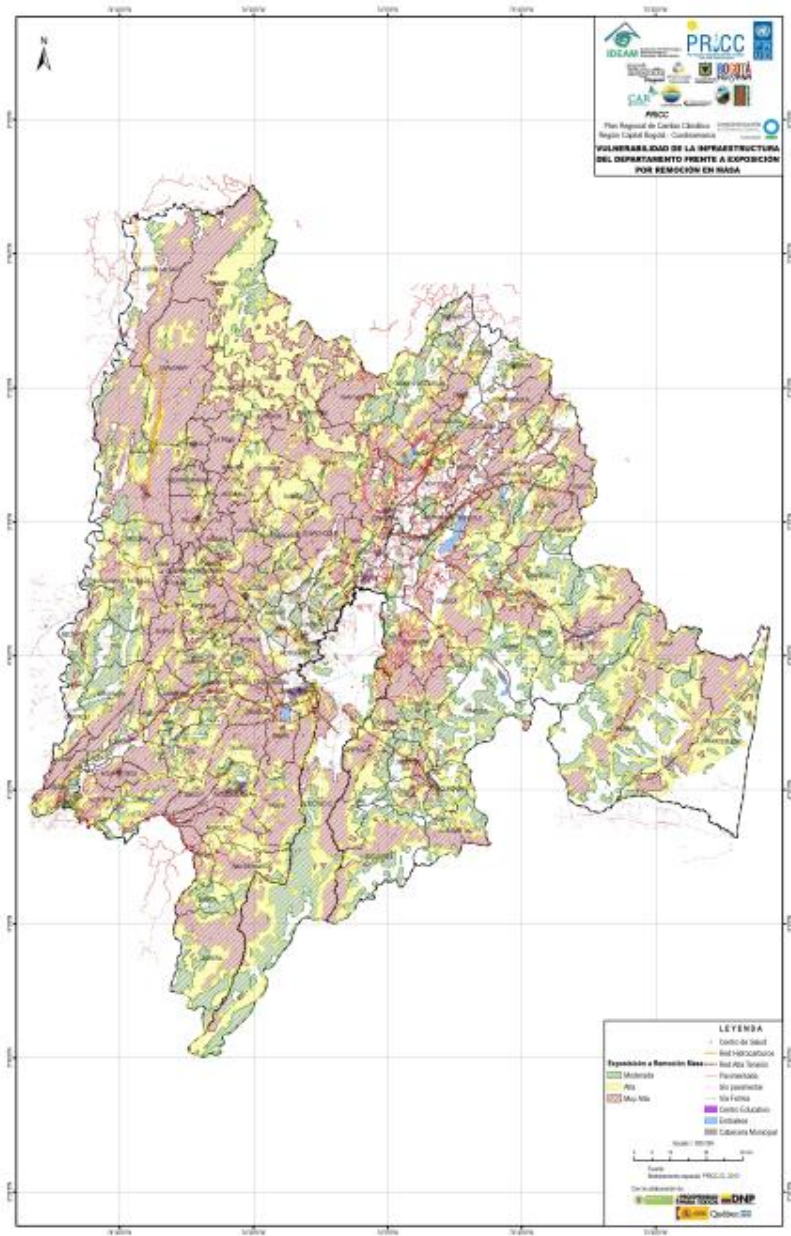


Figura 63. Vulnerabilidad de la infraestructura del Departamento frente a exposición por remoción en masa. Fuente: Cartografía IGAC a escala 1:25.000. Remoción en masa: IDEAM, 2010.

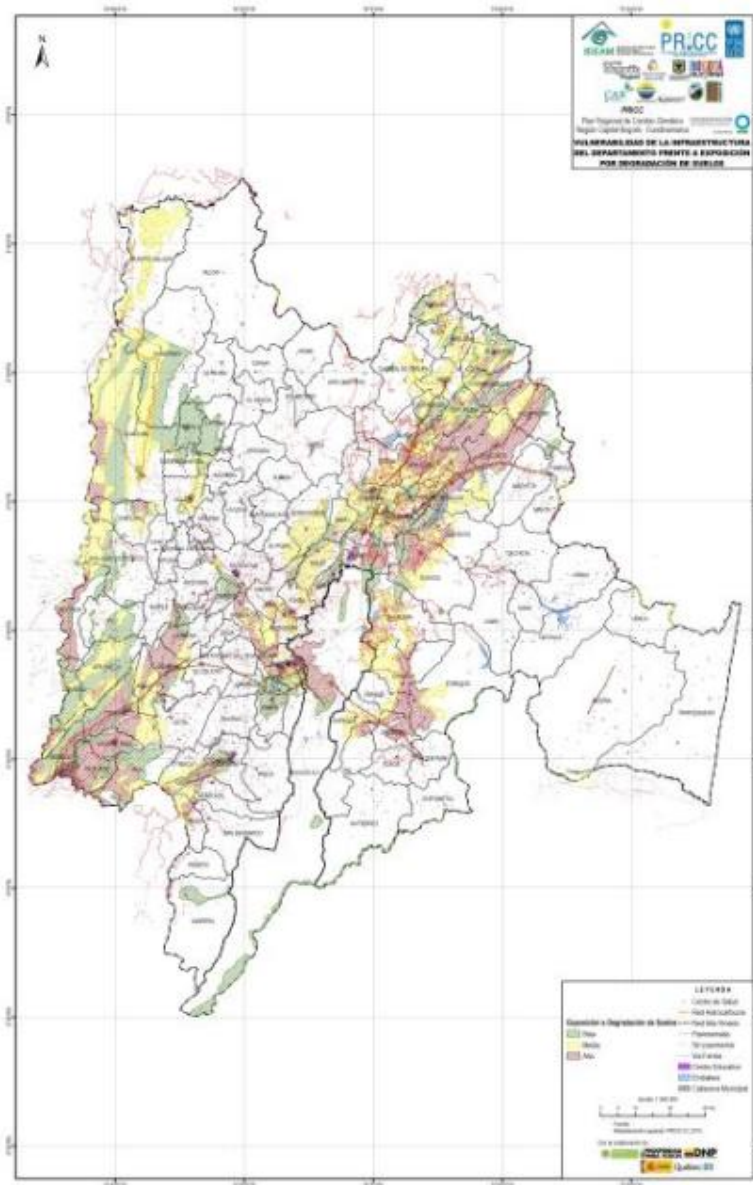


Figura 64. Vulnerabilidad de la infraestructura del Departamento frente a exposición por degradación de suelos. Fuente: Cartografía IGAC a escala 1:25.000. Degradación de suelos: IGAC, 2001.

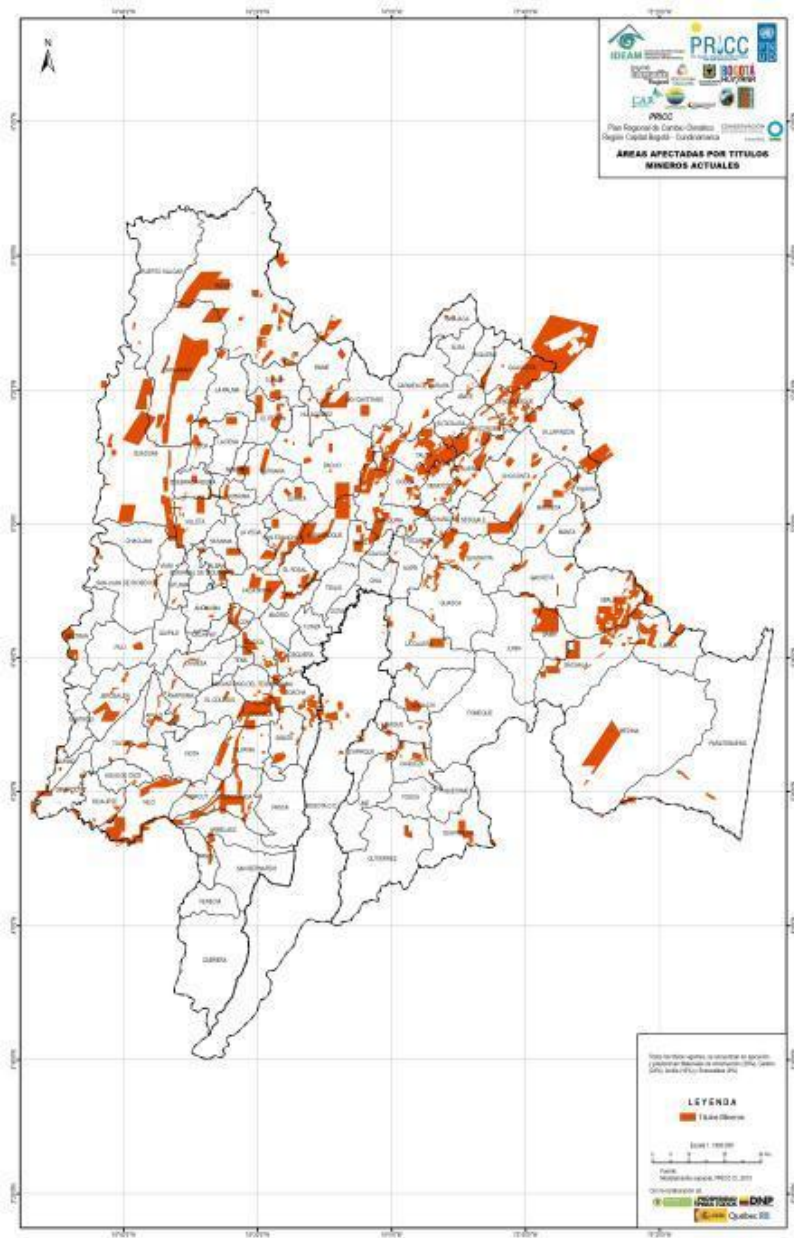


Figura 65. Áreas afectadas por títulos mineros actuales. Fuente: Ministerio de Minas y Energía, 2010.

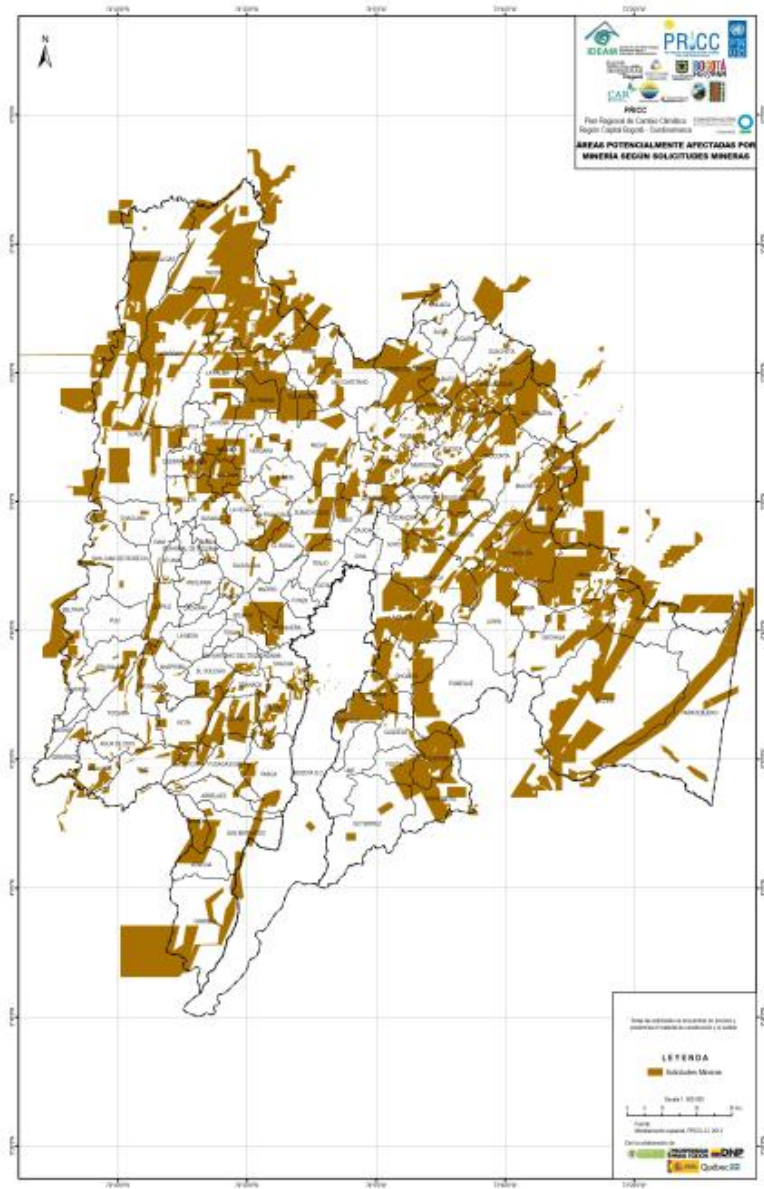


Figura 66. Áreas potencialmente afectadas por minería según solicitudes mineras: Fuente: Ministerio de Minas y Energía, 2010.

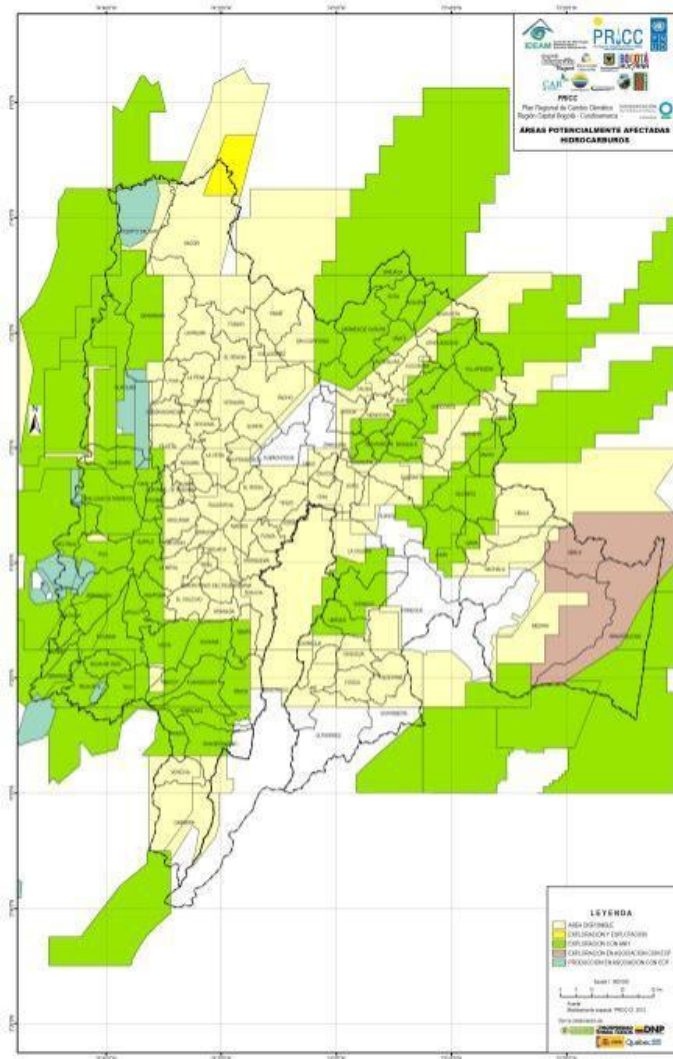


Figura 67. Áreas potencialmente afectadas hidrocarburos. Fuente: ANH, 2013.

35.7.2. Distrito Capital

Los siguientes mapas (figura 48-52) muestran los diferentes cuerpos de agua que actualmente tiene la ciudad, representadas en: canales, embalses, humedales, ríos y quebradas. Por otro lado también se muestran la exposición de la infraestructura de Bogotá representada en centros educativos, de salud, red vial, de residuos e hidroingeniería frente a amenazas como inundaciones y remoción en masa; de esta manera se podrían observar aquellos que están más expuestos: la infraestructura que se ve expuesta por inundaciones son la que se encuentra en las localidades de: Suba, Engativá, Bosa, Kennedy y Ciudad Bolívar. La infraestructura que se ve expuesta por incendios son las localidades de: Usaquén, Chapinero, Santa fe y San Cristóbal. Y la infraestructura que se ve expuesta por remoción en masa son las localidades de: Ciudad Bolívar y Tunjuelito.

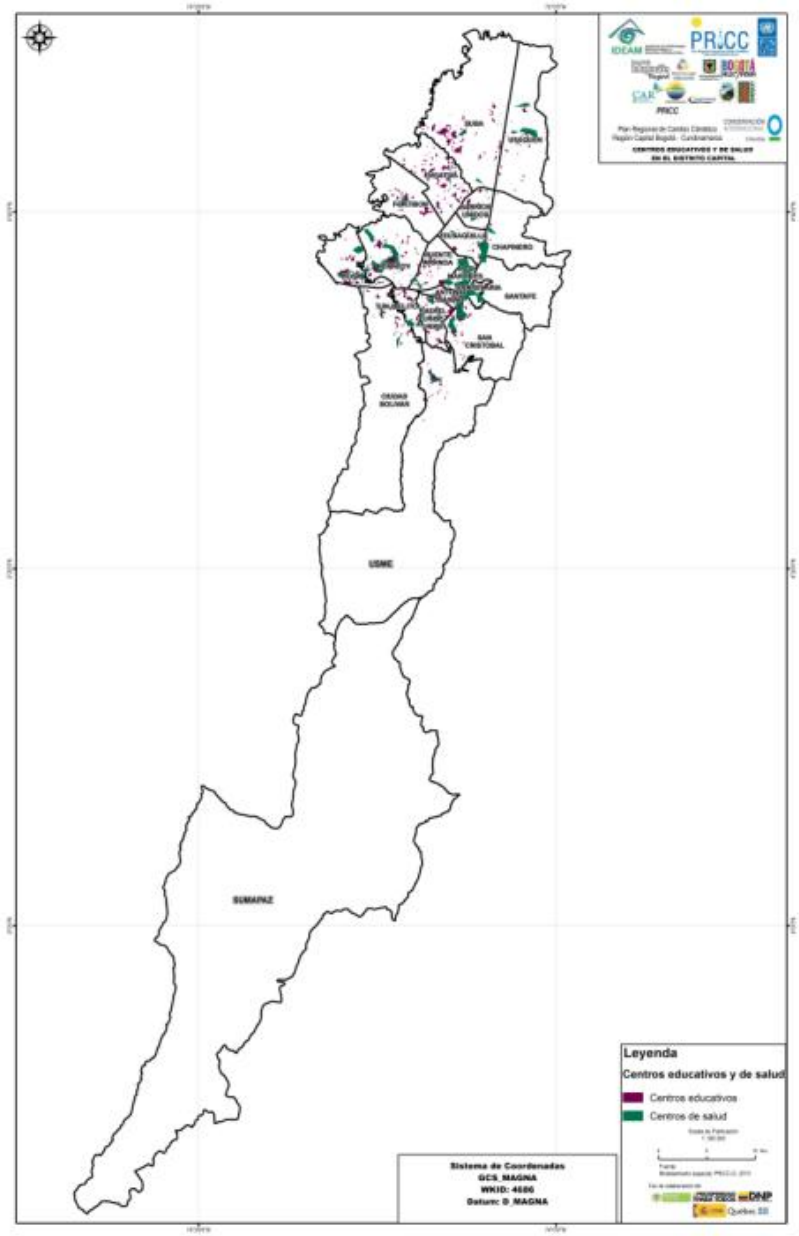


Figura 68. Centros educativos y de salud para el Distrito Capital. Fuente: SDP, 2009.

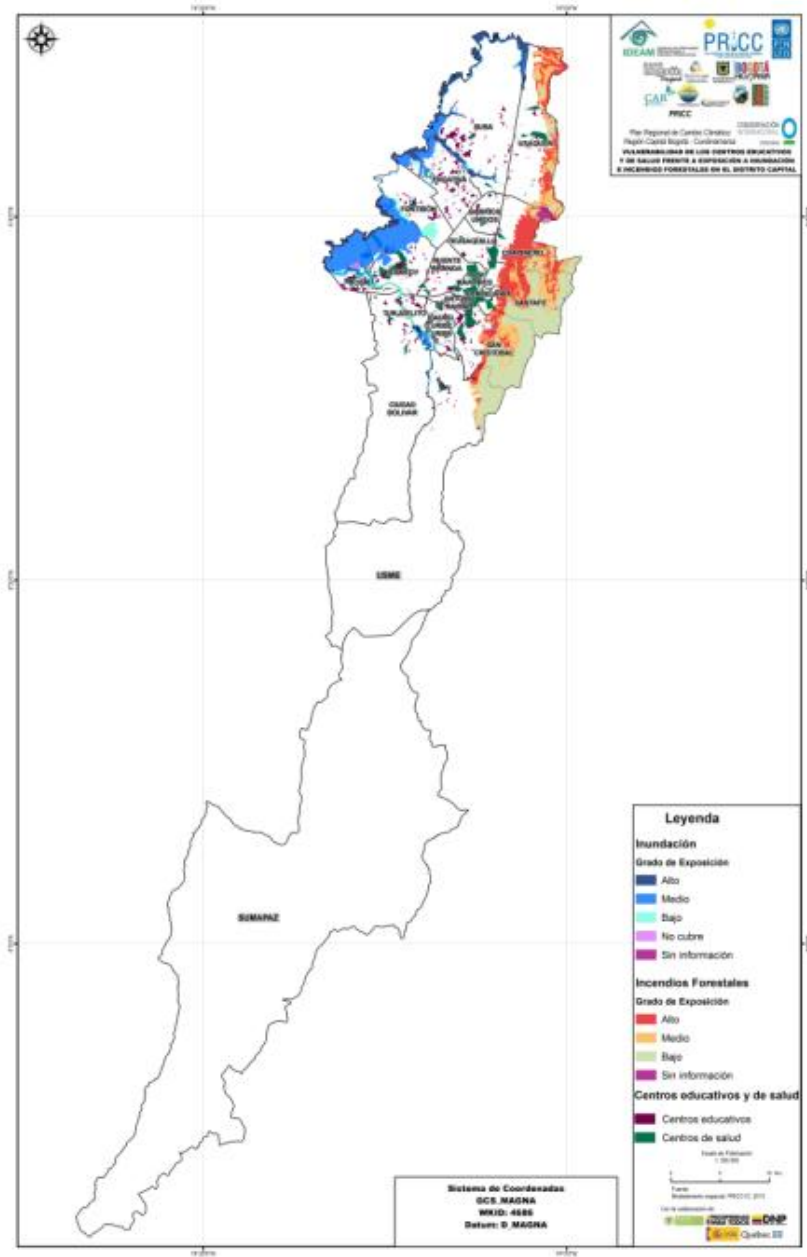


Figura 69. Vulnerabilidad de los centros educativos y de salud frente a exposición a inundación e incendios forestales-en el Distrito Capital. Fuente: SDP, 2009.

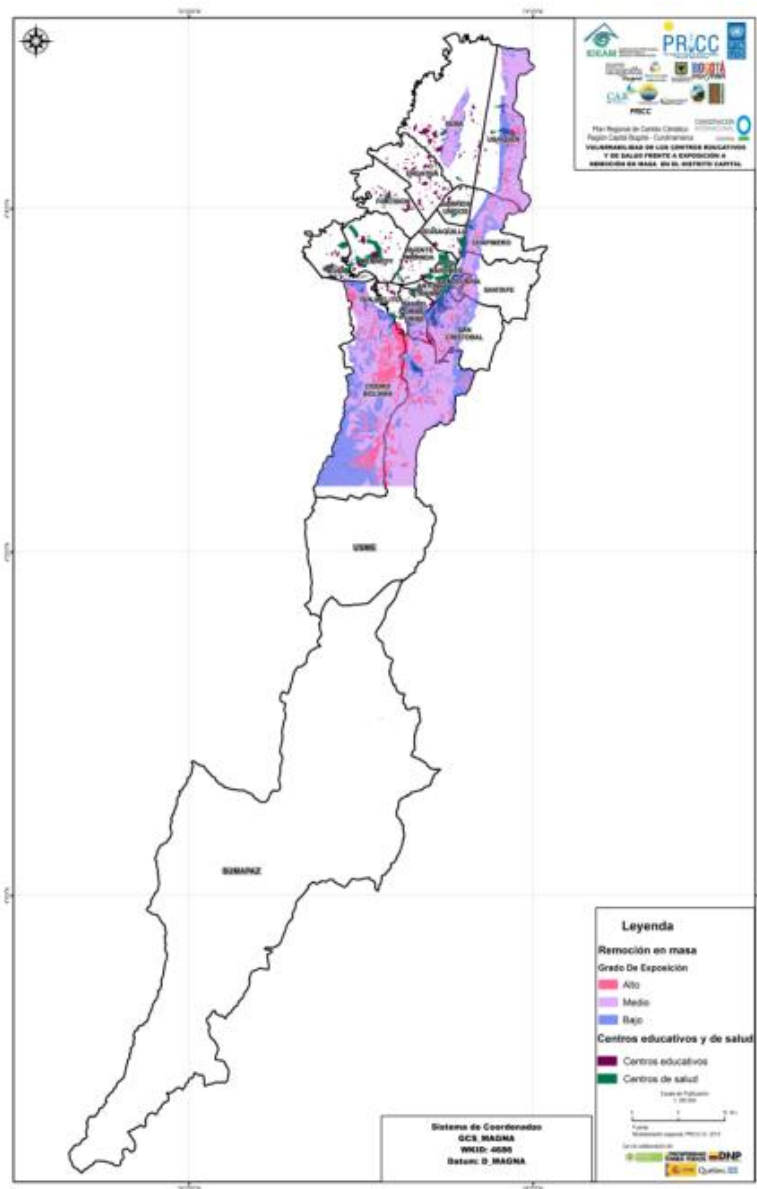


Figura 70. Vulnerabilidad de los centros educativos y de salud frente a exposición por remoción en masa. Fuente: SDP, 2009.

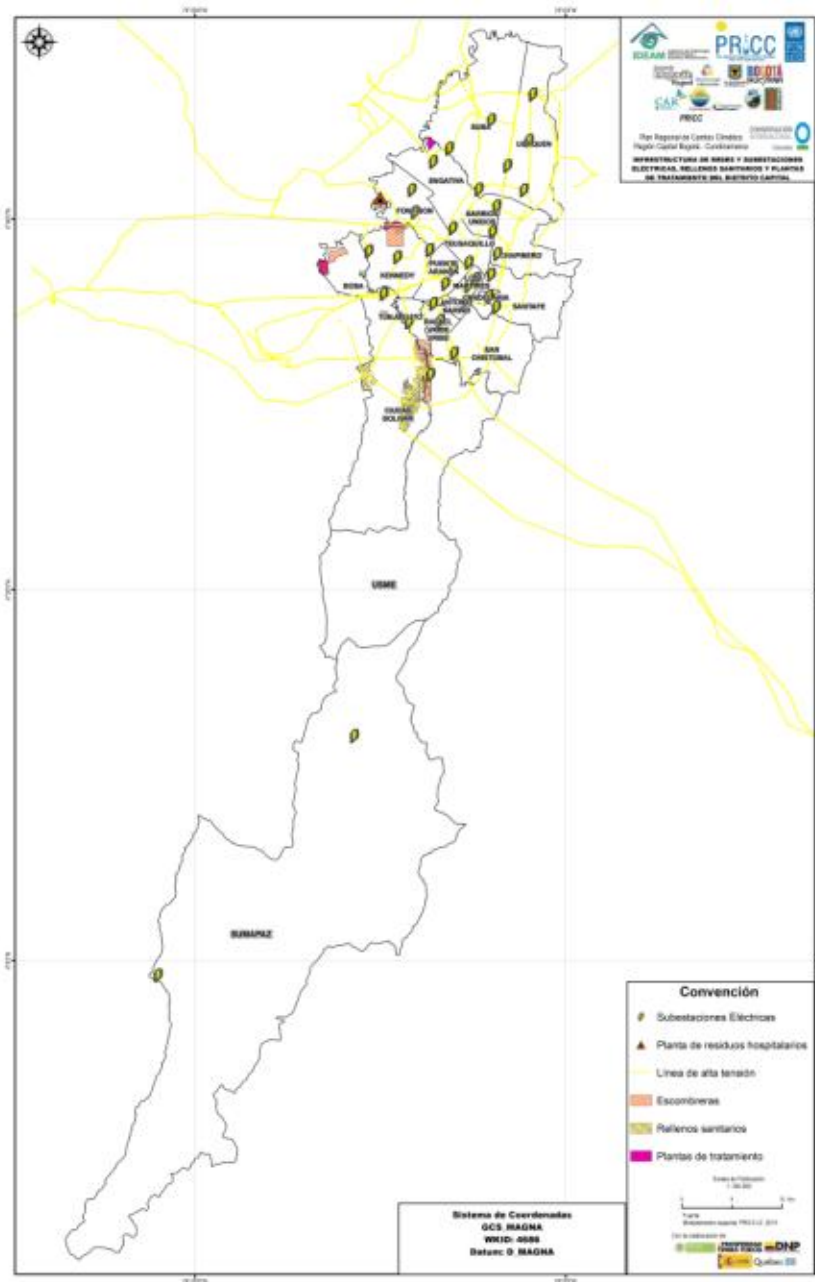


Figura 71. Infraestructura de redes, subestaciones eléctricas y rellenos sanitarios en el Distrito Capital.
Fuente: SDP, 2009.

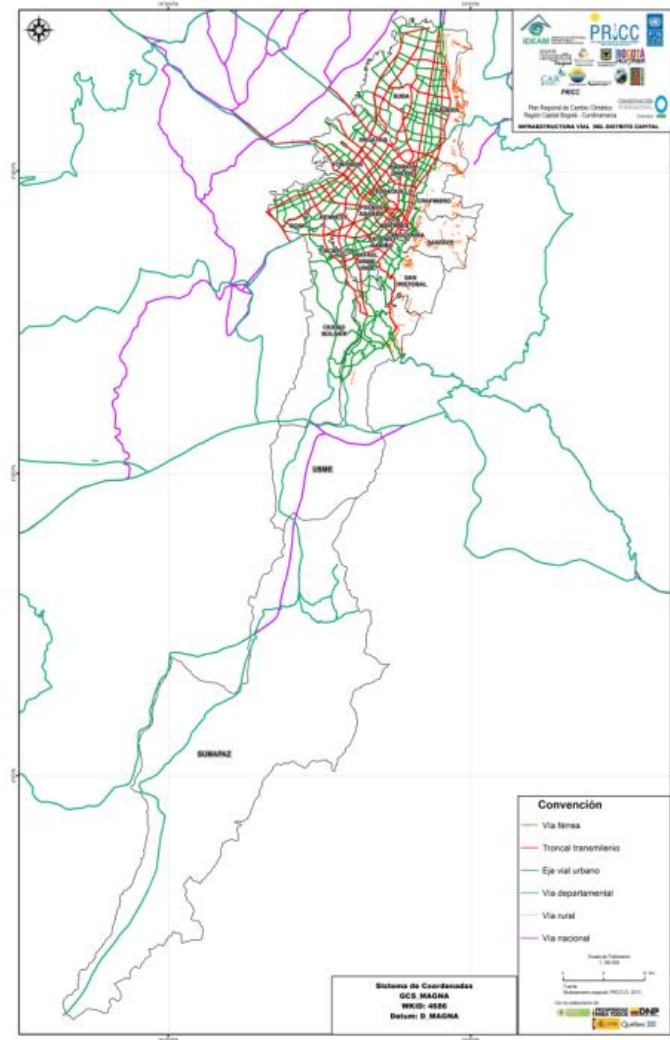


Figura 72. Infraestructura vial. Distrito Capital.

35.8. Vulnerabilidad asociada a servicios hidrológicos

Para el desarrollo de este indicador, se analizaron 7 subindicadores los cuales se desarrollan a continuación:

35.8.1. Subindicador 1: Cantidad de agua disponible

En general, la exposición a cambios hidrológicos inducidos por el cambio climático es bastante variable gracias a los fuertes controles eco-hidrológicos e hidroclimáticos en áreas de alta montaña y piedemonte como las que caracterizan la zona del PRICC tanto hacia la vertiente del Orinoco como la del Magdalena (Figura 53). Y aunque este estudio utilizó un procedimiento robusto de análisis eco-hidrológicos para escenarios de línea base y cambio climático, sus resultados deben utilizarse con

cautela, particularmente hacia los extremos del Departamento hacia la cuenca de la Orinoquia y el Magdalena, donde la densidad de estaciones utilizadas en el análisis es menor. Sin embargo, el uso de procedimientos de modelación que incluyen controles eco-hidrológicos en áreas tropicales de montaña como la corrección de la precipitación horizontal y la consideración de procesos de intercepción de neblina, así como la validación del caudal modelado anual para un serie de estaciones con datos observados de buena calidad, y la cros validación para comparar áreas de mayor incertidumbre entre diferentes modelos de cambio climático, nos permiten recomendar los resultados para determinar con bastante certeza, la zonificación de áreas de mayor exposición al cambio climático en la región por cambios en disponibilidad hídrica y otros aspectos eco-hidrológicos asociados, como los cambios en la frecuencia de neblina. Esta información será usada por otros componentes del proyecto para determinar la vulnerabilidad, al incluirse la interacción con variables socioeconómicas no exploradas en este componente de exposición.

Sin embargo, se sugiere que los resultados obtenidos para el cálculo de vulnerabilidades se usen con cautela pues no se modeló en este estudio los procesos biofísicos que determinan fenómenos como la adaptabilidad de cultivos o la susceptibilidad a desertificación. Modelar estos procesos biofísicos estaba por fuera del proyecto y requieren un diseño experimental y juegos de datos más complejos que estaban por fuera del alcance de este estudio. Por lo tanto, La información resultante de la modelación hidrológica de los impactos del cambio climático, se puede usar para determinar aspectos de exposición pero no para determinar aspectos como la expansión de áreas desérticas o la variabilidad en el área de paramo, los cuales requieren de pasos adicionales de modelación eco-hidrológica y de una modelación exclusiva con técnicas que permitan la iteración y convergencia de umbrales que determinen el cambio en al áreas de los ecosistemas o especies (si se necesitara ese nivel de detalle). Sin embargo los resultados obtenidos son útiles para determinar cómo las zonas ya susceptibles a la desertificación podrían exponerse a un mayor o menor riesgo de desertificación por cambios hidrológicos consecuencia del cambio climático potencial.

De acuerdo con los resultados que se observan en la figura 53, podrían existir reducciones entre bajas y medias en la disponibilidad hídrica a lo largo de la Sabana de Bogotá, en municipios como Guachetá, Fúquene, Tausa, áreas como Facatativá, Subachoque y poblaciones como Cáqueza y Fómeque en la vertiente del Orinoco presenta zonas de incremento bajo y reducciones medias y bajas. Zonas como Guaduas o La Esperanza en la vertiente del Magdalena podrían también ver reducciones en disponibilidad hídrica importantes. Resalta también un incremento bajo y medio en disponibilidad hídrica en las zonas de media montaña de las vertientes que alimentan los embalses del Guavio y una reducción baja en Chivor así como a lo largo de la cuenca del Rio Negro (aunque en las partes más altas de estas subcuencas en el Parque Nacional Natural Chingaza se pueden observar incrementos bajos y medios en disponibilidad hídrica). Aunque la modelación hidrológica desarrollada solo contó con datos de entrada mensuales suministrados por el IDEAM, estos resultados comparan bien en términos de estacionalidad con aquellos presentados por Espejo (2013) que muestran el aumento en la mediana de los periodos de días secos para las zonas cercanas a las descritas en este estudio.

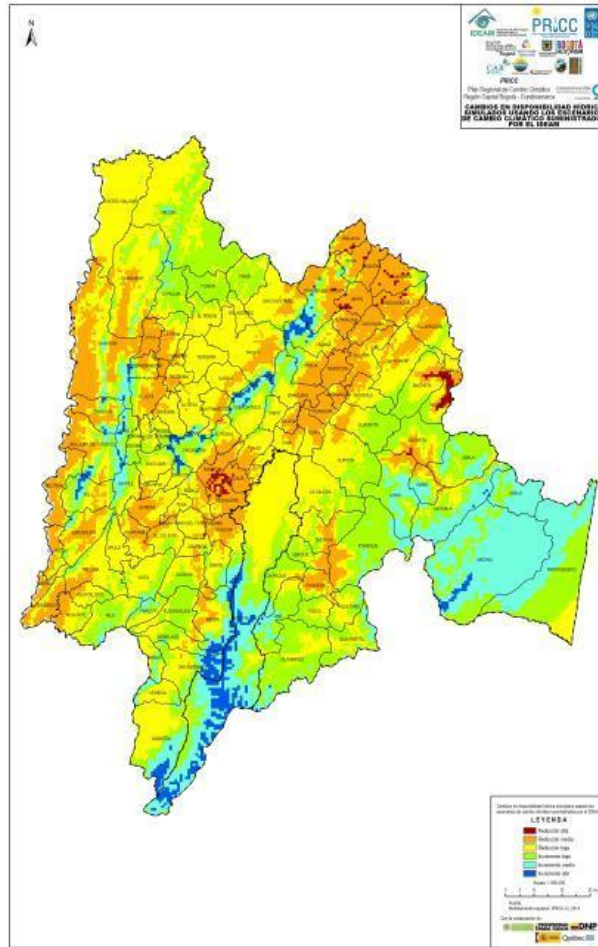


Figura 73. Cambios en disponibilidad hídrica simulados usando los escenarios de cambio climático suministrados por el IDEAM. Fuente: Elaborado en el presente estudio a partir del modelo Water World.

35.8.2. Regulación del agua

Usando los mapas mensuales de disponibilidad hídrica generados con FIESTA/WaterWorld para la línea base y el escenario de cambio climático (2050) se determinó la estacionalidad para ambos periodos. La diferencia entre los dos escenarios se asumió como un indicador de exposición al cambio climático por cambios en la regulación hídrica. La regulación se determinó usando el índice de Walsh and Lawler (1981) aplicado a la estacionalidad de la disponibilidad hídrica. El índice modificado en este estudio se mueve en tres clases definidas como áreas de sensibilidad baja, media y alta. Donde sensibilidad baja indica que la lluvia y por lo tanto la disponibilidad hídrica es igual en todos los meses. Valores en el rango de disponibilidad alta indican que la lluvia y la disponibilidad hídrica se concentran en un mes (concentración de periodos húmedos). En el estudio, se calcula el índice para la condición base y para el escenario combinado de cambio climático. Y los resultados se presentan como variaciones en el indicador descrito anteriormente. Si los cambios en el índice están por debajo de un 13 % (áreas de sensibilidad baja) entonces se considera que el incremento en la concentración de los

periodos húmedos es bajo. Si está entre 13% y 50% se considera áreas de sensibilidad media y si están por encima del 50% se consideran áreas de sensibilidad alta en la concentración de los periodos húmedos. Si hay reducciones del indicador, esto significa que los periodos húmedos se distribuyen con mayor uniformidad estacional a lo largo del año.

El cambio climático supone áreas de sensibilidad media en concentración de la disponibilidad hídrica hacia las zonas de la Orinoquia y algunas zonas aisladas hacia la vertiente del Magdalena. Este fenómeno se observa también en algunas áreas de piedemonte sobre la vertiente del Orinoco y en algunas partes hacia el norte de la Sabana de Bogotá, alrededor del embalse del Tominé y Sisga (Figura 54). Dicho fenómeno compara bien con lo presentado por Espejo (2013).

Por el contrario, la estacionalidad presenta una sensibilidad baja hacia el Magdalena, lo que puede significar un aumento de la concentración de lluvias en su distribución bimodal y en algunas zonas una reducción de la estacionalidad por una homogenización (aumento) de las precipitaciones o reducción de días secos a lo largo del año, en algunas zonas de la vertiente como se observa también en los mapas de Espejo (2013).

Un análisis más detallado de reducción de la estacionalidad en zonas expuestas a reducción de disponibilidad hídrica debe realizarse en futuros proyectos pero se escapa el alcance de este componente y reporte.

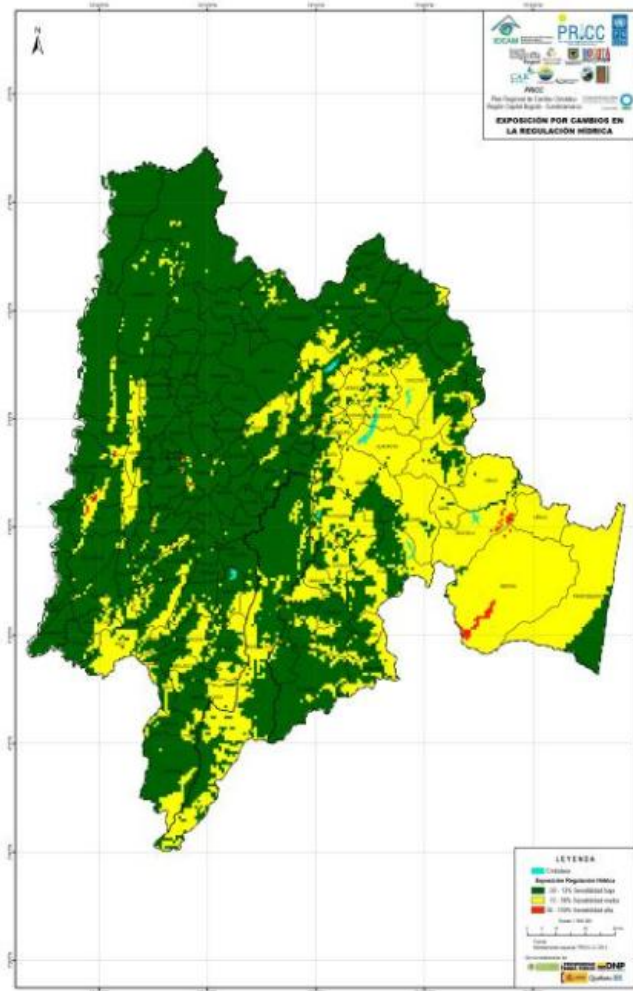


Figura 74. Mapa de exposición por cambios en la regulación hídrica. Fuente: Elaborado por Conservación Internacional

35.8.3. Calidad del agua

La Figura 55 muestra como los incrementos de escurrimiento superficial acompañados de degradación de coberturas suponen aumento alto y medio en la degradación de la calidad del agua (disminución en calidad alta y media) en municipios como Supatá, Tausa, Subachoque y Pacho en algunas zonas. La menor disponibilidad hídrica en algunas áreas de la Sabana de Bogotá supone que no hay incremento o incluso reducción baja de procesos contaminantes como erosión de áreas de suelo descubierto o agrícola con el menor transporte de contaminantes (aumento en calidad media y baja). Esta situación varía bastante, y en varias regiones del Departamento se podrían presentar e incrementos en contaminación por la degradación de coberturas vegetales.

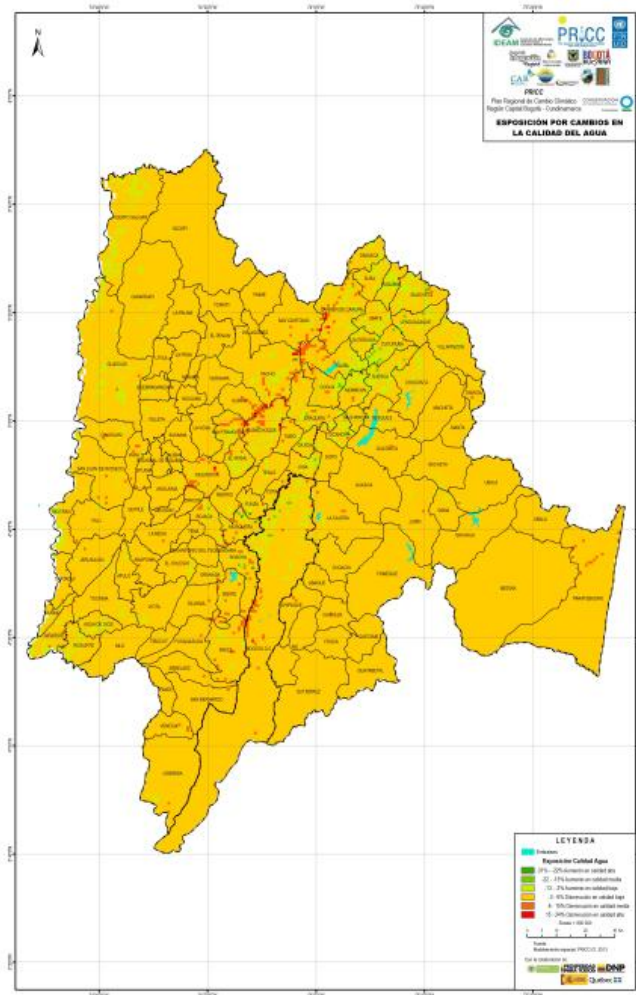


Figura 75. Mapa de exposición por cambios en la calidad del agua. Fuente: Elaborado por Conservación Internacional

35.8.4. Estrés hídrico debido a reducciones de calidad hídrica

a. Índice de escasez anual

El mapa siguiente presenta el cambio en el índice de escasez anual entre la línea base y el 2050 (Figura 56). El índice se aplica sobre la demanda directa de las poblaciones de Cundinamarca usando el dataset Landsat, (2011). Esto permite dar mucha más precisión de donde se produce la escasez ambiental del servicio. Sin embargo, esta escasez se debe trasladar a las cuencas abastecedoras, como se hizo y se muestra más adelante para el sistema de Bogotá, ya que no se pudo hacer para otras poblaciones de Cundinamarca debido a ausencia de datos de los acueductos regionales. Ahora, el indicador asume que la demanda ocurre en los centros poblados que es donde hay habitantes pero omite la ubicación espacial de demanda agrícolas debido a falta de claridad sobre la ubicación de los productos en particular así como de la demanda exacta del municipio que corresponde a dichas actividades (IDEAM, 2011).

El mapa muestra como la escasez es alta en centros poblados particularmente en Bogotá, indicando que la mayoría de agua de Bogotá se produce en otras zonas o mejor aún se exporta a Bogotá a desde otras zonas. Dicha escasez aumenta especialmente en la Sabana de Bogotá, como resultados de suaves reducciones en disponibilidad y marcados aumentos de demanda al año 2050 debido al incremento de la población.

No se incluyó en la presente evaluación, el análisis del nivel de demanda de agua en Bogotá cubierto por la disponibilidad hídrica en su área urbana.

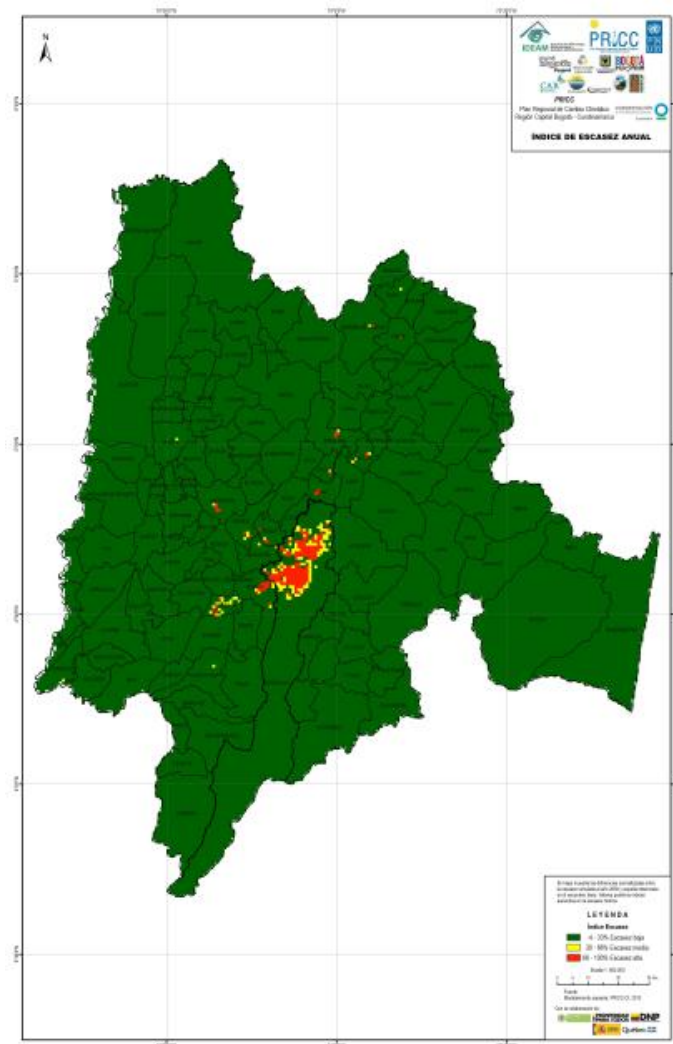


Figura 76. Índice de escasez anual. El mapa muestra las diferencias normalizadas entre la escasez simulada al año 2050 y aquella observada en el escenario base. Valores positivos indican aumentos en la escasez hídrica. Fuente: Elaborado por Conservación Internacional

b. Subindicador 2: Índice de escasez mes seco

El mes seco se usó como un indicador de la forma cómo las reducciones en la oferta hídrica por cambio climático, e incrementos de demanda por aumentos de población, podrían aumentar la exposición tanto de las comunidades humanas como de los sistemas productivos al cambio climático. En muchas cabeceras de municipios se dan aumentos de medio a alto en escasez en el mes seco, sin embargo en algunas zonas aisladas de los municipios de El Rosal, Tenjo y Fomeque se pueden observar algunas reducciones medias y altas de escasez (más disponibilidad hídrica asociada a menores valores en demanda por reducciones en población, que migra de poblaciones pequeñas a mayores centros urbanos como Bogotá) (Figura 57).

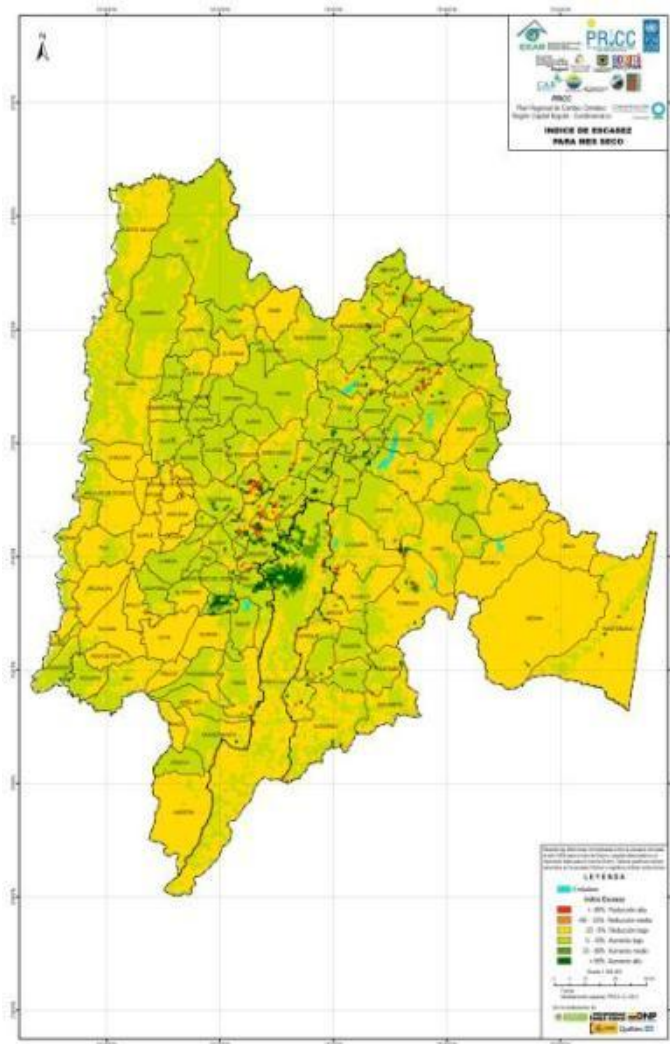


Figura 77. Índice de escasez para mes seco. El mapa muestra las diferencias normalizadas entre la escasez simulada al año 2050 para el mes de Enero y la observada en el escenario base para el mismo mes. Aumentos bajo, medio y alto indican valores positivos de escasez hídrica y por ende reducción en la disponibilidad hídrica y reducciones baja, media y alta indican valores negativos en el índice y por tanto aumentos en la disponibilidad hídrica. Fuente: Elaborado por Conservación Internacional.

c. Subindicadores 4 y 5: Índice de escasez sistema acueducto de Bogotá

El siguiente mapa muestra que la demanda de Bogotá se traslada a las cuencas del sistema (figura 58). Como resultado, la demanda es próxima a la oferta en algunas cuencas del sistema.

Se puede ver como la escasez de agua para la ciudad Bogotá, se suple significativamente de embalses como Chingaza y Chuza, en los cuales, si la demanda de la ciudad de Bogotá se trasladara directamente por unidad de área, habría zonas en estas cuencas con índice de escasez medio y alto. Esto tiene sentido pues gran parte del gasto que sale de estas cuencas va directamente a suplir el acueducto de Bogotá. Contrariamente, Tominé tiene mucha más oferta comparada con el gasto que suple al acueducto. Mientras que Sisga, Neusa y Regadera tienen valores de índice de escasez medio.

Si la demanda de agua de Bogotá al 2050 se traslada a las cuencas del sistema se tendría el siguiente panorama (Figura 59). La demanda al 2050 superaría la oferta del sistema conjunto. La oferta actual está alrededor de $22 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ desde estos sistemas mientras que la demanda está cerca de $14 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, lo que implica que la demanda representa cerca del 65% de la oferta. En el 2050 la demanda podría ser de un 102% de la oferta de este sistema de embalses, teniendo en cuenta las ganancias hídricas del sistema Chingaza, como las caídas leves en los embalses de la Sabana. Sin embargo se ve como la mayor escasez (mayor demanda desde estos sistemas de embalses y cuencas abastecedoras) se resalta en los embalses que drenan de Chingaza. Aunque la escasez aumenta en todos los embalses incluso en Tominé.

Finalmente la diferencia en escasez se presenta en la Figura 50. Se observa como la escasez aumenta en todos los embalses que alimentan el sistema de Bogotá, especialmente en aquellos que drenan de Chingaza y el embalse del Sisga. Se observa también incrementos bajos de escasez en el sistema de San Rafael. Futuros estudios deben desarrollar este tipo de análisis en otros centros poblados del departamento para observar qué ecosistemas clave están cubriendo las demandas de agua de estos sistemas de abastecimiento.

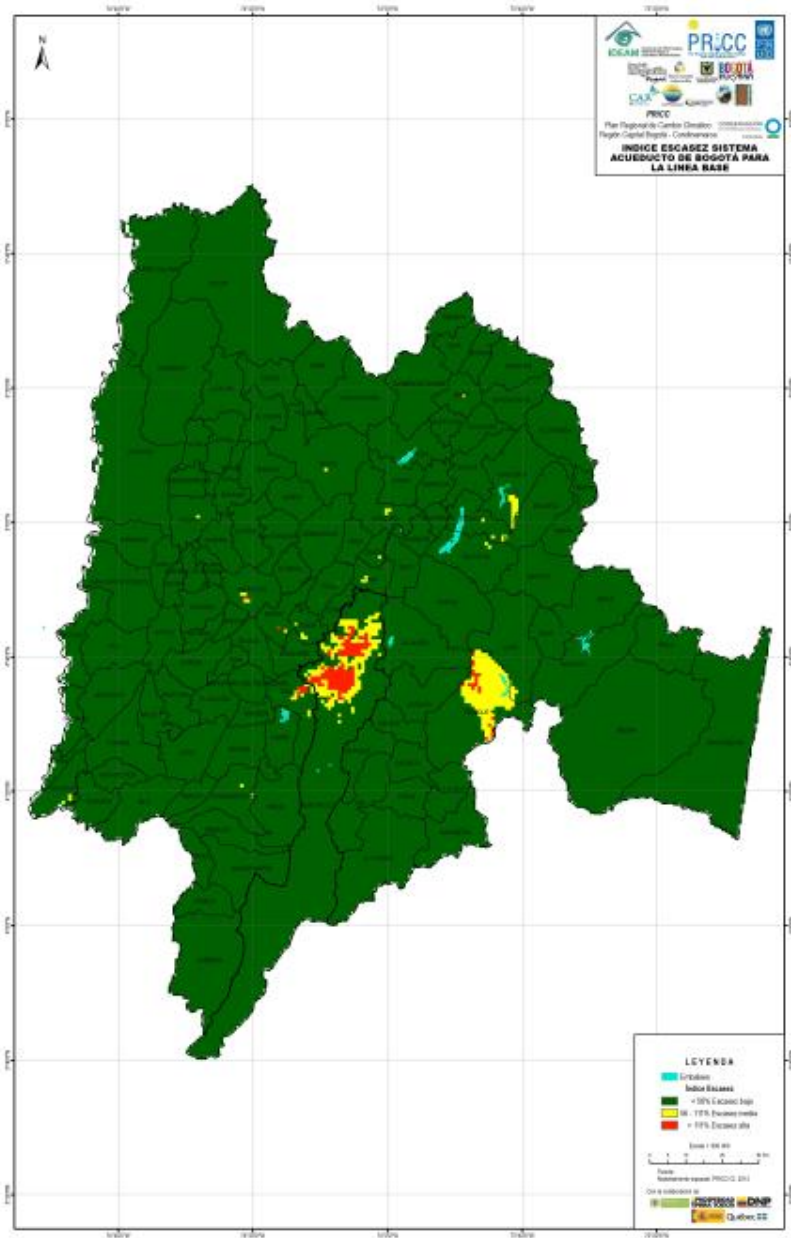


Figura 78. Índice escasez sistema acueducto de Bogotá para la línea base. Fuente: Elaborado por Conservación Internacional en Water World a partir de datos climáticos de IDEAM.

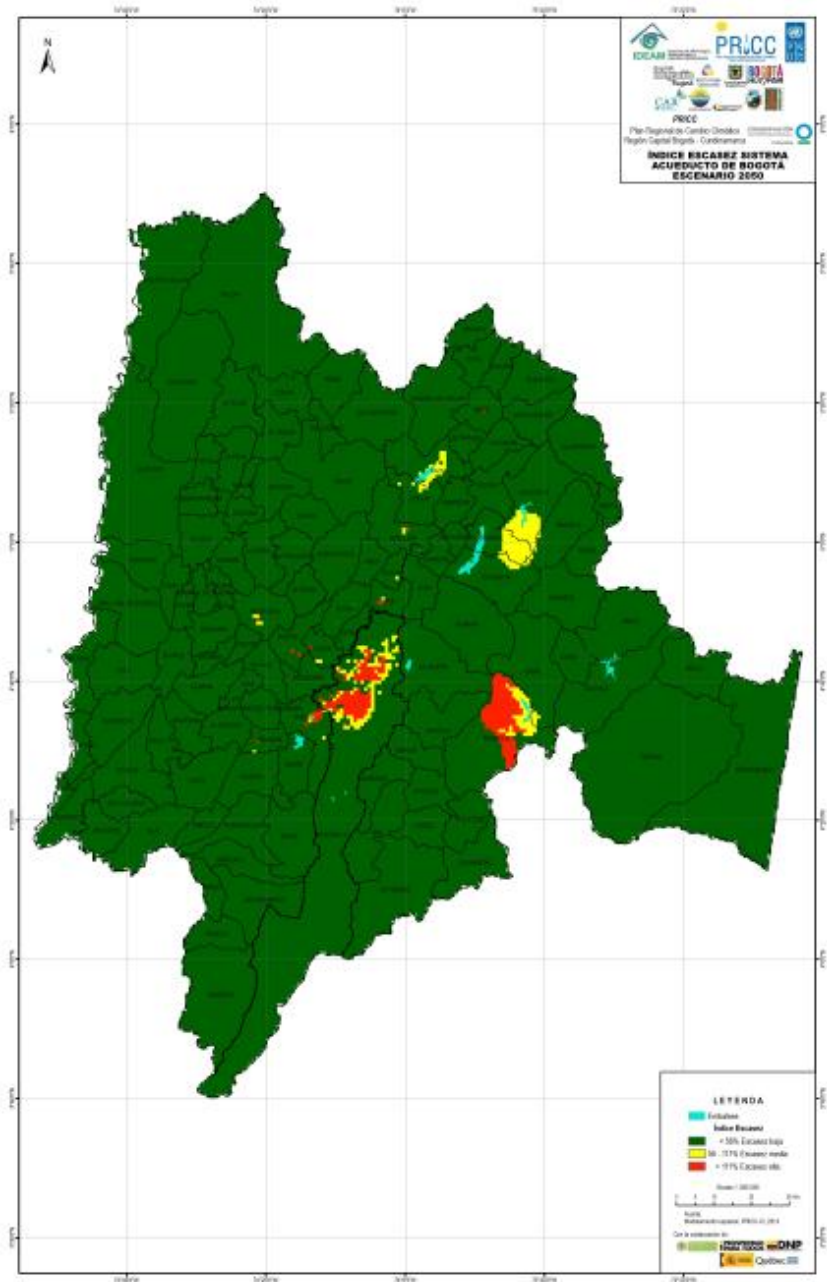


Figura 79. Índice escasez sistema acueducto de Bogotá escenario 2050. Fuente: Elaborado por Conservación Internacional en Water World a partir de datos climáticos de IDEAM.

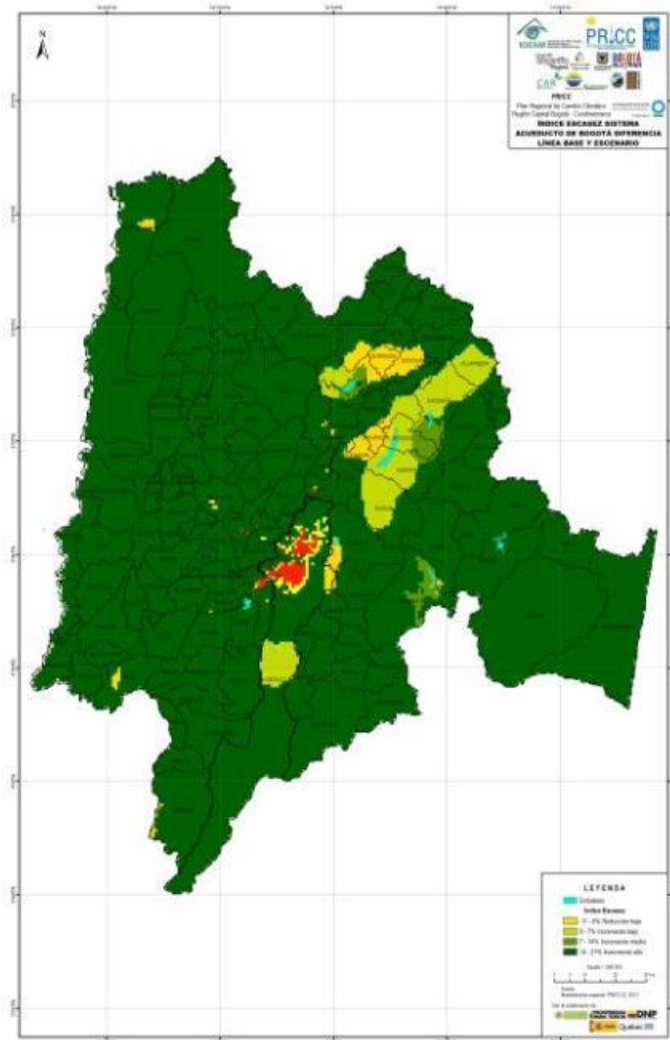


Figura 80. Índice escasez sistema acueducto de Bogotá diferencia baseline y escenario. Este mapa se muestra como reducciones o incrementos según la diferencia de la línea base y el escenario. Fuente: Elaborado por Conservación Internacional en Water World a partir de datos climáticos de IDEAM.

35.8.5. Subindicador 6: Riesgo de inundaciones

La Figura 61 muestra las áreas de exposición en tres clases (incremento bajo, medio y alto) por aumentos de caudal en Junio, el cual es un mes de alto caudal para la condición mono modal observada en la vertiente del Orinoco. En general este es un mes donde se observan aumentos en caudales sectorizados a lo largo de toda la región. La Figura 62 muestra las áreas expuestas a inundación por cambio climático en el mes de Octubre el cual es un mes de alto caudal para la condición bi modal de la Vertiente del Magdalena. Sin embargo el mapa muestra que hay reducciones destacadas como medias y altas de exposición en zonas de la Sabana de Bogotá debido a que los modelos de cambio climático suministrados por el IDEAM suponen reducción hídrica leve para estas zonas. Incrementos bajos en la exposición se observan para zonas en la vertiente de la Orinoquia y para algunas zonas que drenan a la Vertiente del Magdalena en meses como Mayo.

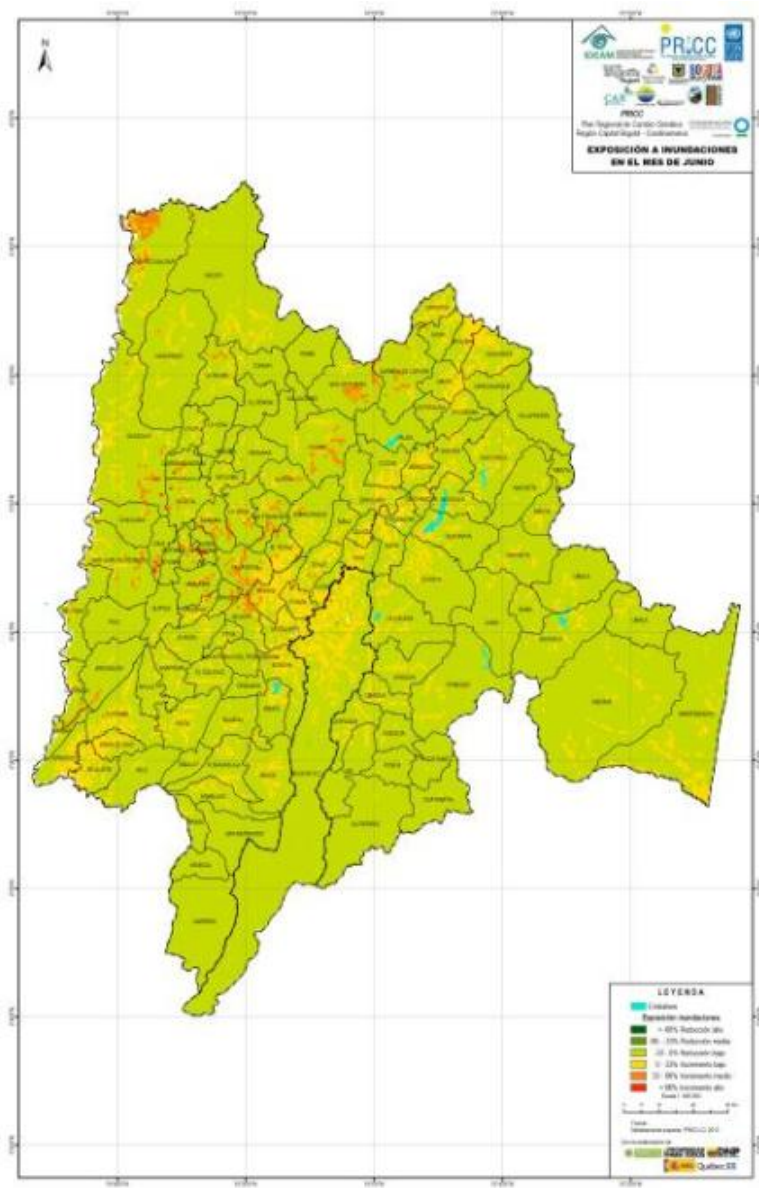


Figura 81. Mapa de exposición a inundaciones en el mes de Junio, el cual muestra incrementos y reducciones a esta exposición. Fuente: Elaborado por Conservación Internacional en Water World a partir de datos climáticos de IDEAM.

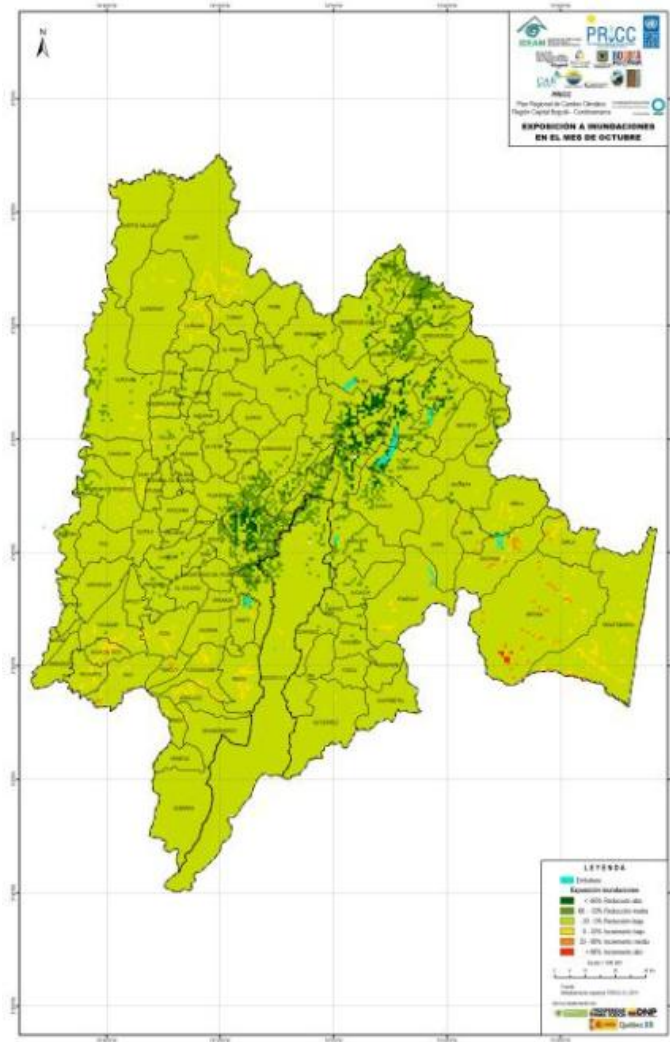


Figura 82. Mapa de exposición a inundaciones en el mes de Octubre, el cual muestra incrementos y reducciones a esta exposición. Fuente: Elaborado por Conservación Internacional en Water World a partir de datos climáticos de IDEAM.

3.7.6. Subindicador 7: Indicador de ecosistemas de agua dulce clave para suministro hídrico que podrían ser vulnerables al cambio climático

El ecosistema de bosques húmedos sub-andinos (14a) presenta el mayor cambio positivo en el índice de disponibilidad hídrica (incremento medio), siendo este fuertemente marcado en la zona más próxima a la Orinoquia Colombiana en el piedemonte llanero, el segundo ecosistema que presenta mayor cambio positivo es el de sabanas de la altillanura arenosa guayanesa (37) el cual es una zona muy pequeña ubicada en el oriente de Cundinamarca. Por otro lado, el ecosistema de BAD planicie del piedemonte llanero (2d) ubicado también en la zona del piedemonte llanero presenta el tercer mayor cambio positivo en disponibilidad hídrica. El cuarto mayor cambio positivo en la disponibilidad hídrica lo presenta el ecosistema de sabanas inundables de la llanura eólica (40) el cual está en la zona de la Orinoquia Colombiana. Estos tres anteriormente mencionados; quedan en la clasificación de incremento bajo. Como se puede observar los mayores cambios positivos en la disponibilidad hídrica

para ecosistemas se presentan en la zona del piedemonte llanero y la zona de la Orinoquia Colombiana (oriente de Cundinamarca) (Figura 63).

Por otro lado las mayores pérdidas en disponibilidad hídrica se van a dar en los ecosistemas BMD caducifolios de las planicies disectadas y colinas (8), bosques húmedos sub-andinos (14b), el ecosistema humedales y pantanos del altiplano (17c) y matorrales xerofíticos andinos y alto-andinos (17a) (Figura 53), los cuales están en el rango de reducción baja. El primer ecosistema se encuentra en zona hacia el valle del Magdalena (occidente de Cundinamarca) y tiene un promedio de pérdida en el índice de disponibilidad hídrica de -0.1416. El segundo ecosistema con mayor promedio en pérdida de disponibilidad hídrica se encuentra en la proximidad del valle del Magdalena al occidente de Cundinamarca. El ecosistema que se encuentra con el tercer mayor índice promedio de pérdida en disponibilidad hídrica se encuentra ubicado al norte de Cundinamarca; al occidente y parte hacia el norte de Bogotá dentro de la zona del altiplano Cundiboyacense. Es un ecosistema el cual no presenta mucha área de incidencia en Cundinamarca. El Cuarto ecosistema con posibles reducciones en disponibilidad hídrica se encuentra en la zona norte del altiplano Cundiboyacense y una pequeña zona en el centro de este exactamente al lado occidental de la ciudad de Bogotá.

La Tabla 11 presenta los cambios en disponibilidad hídrica, como un índice, por ecosistema de la región.

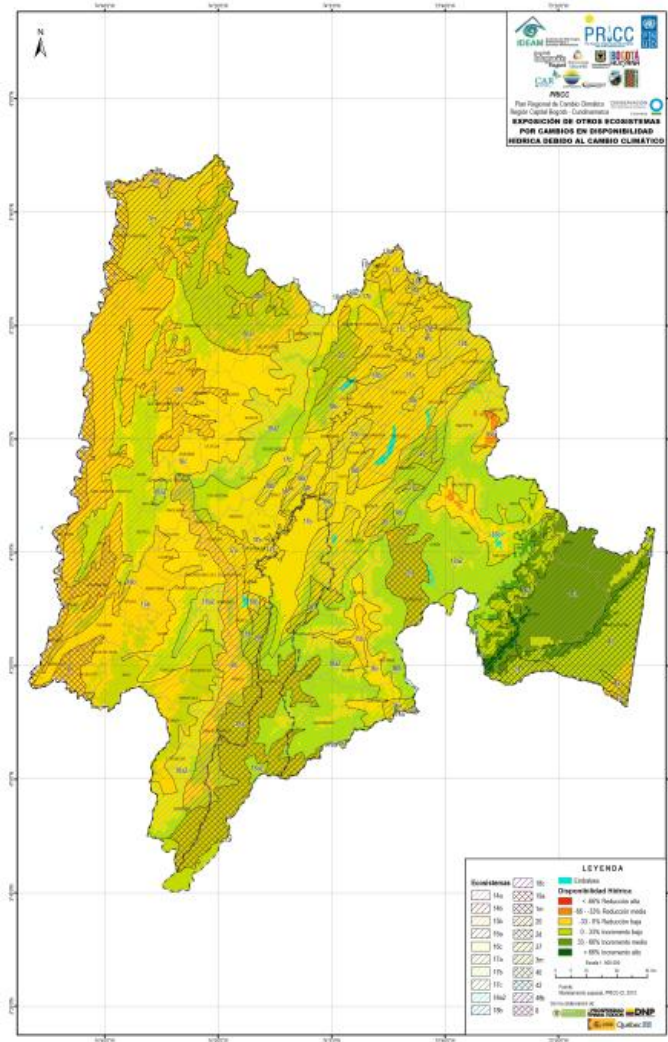


Figura 83. Exposición de otros ecosistemas por cambios en disponibilidad hídrica debido al cambio climático. Fuente del mapa ecosistemas: Etter, 2008.

CODIGO	Bioma	Ecosistema	Vegetación (géneros representativos) especies diagnósticas	Región	Promedio aumento o reducción de disponibilidad hídrica	Clasificación
8	Bosques y arbustales secos	BMD caducifolios de las planicies disectadas y colinas	<i>Trichilia, Capparis, Bauhinia, Machaerium</i>	CARIBE	-0,14164	Reducción baja
14b	Bosques Húmedos	Bosques Húmedos Sub-andinos		ANDINA	-0,10236	Reducción baja

CODIGO	Bioma	Ecosistema	Vegetación (géneros representativos) especies diagnósticas	Región	Promedio aumento o reducción de disponibilidad hídrica	Clasificación
17c	Bosques Húmedos	Humedales y pantanos del Altiplano	<i>Juncus, Alnus</i>	ANDINA	-0,09907	Reducción baja
17a	Bosques Húmedos	Matorrales xerofíticos Andinos y Alto-andinos	<i>Dodonea, Opuntia, Caesalpinia</i>	ANDINA	-0,07502	Reducción baja
3m	Bosques Húmedos Tropicales	BAD de las terrazas antiguas de los grandes ríos	<i>Hymenaea, Cariniana, Cochlospermum</i>	MAGDALENA	-0,07376	Reducción baja
1m	Bosques Húmedos Tropicales	BAD de las Terrazas	<i>Anacardium, Ceiba, Pseudosamanea, Maclura</i>	AMAZONIA	-0,06099	Reducción baja
15b	Bosques Secos intrazonales	BBD secos andinos	<i>Jacaranda, DINDE, ..</i>	ANDINA	-0,04308	Reducción baja
42	Helobiomas	BAD de las llanuras de inundación de ríos andinos (aguas blancas)	<i>Theobroma, Oxandra, Iriartea, Mauritia</i>	AMAZONIA	-0,04250	Reducción baja
48b	Helobiomas	BMA aluviales y vegetación en pantanos y ciénagas	<i>Eichhornia, Erythrina, Pachira, Trichilia, Montrichardia, Pistia</i>	CARIBE	-0,03961	Reducción baja
17b	Bosques Húmedos	BMD del Altiplano Cundiboyacense	<i>Valea, Alnus, Myric, Juglans</i>	ANDINA	-0,03043	Reducción baja
18b	Bosques Húmedos	BBD Alto-andinos sub-húmedos		ANDINA	-0,02617	Reducción baja
16c	Bosques Húmedos	BMD Húmedos Andinos		ANDINA	-0,02612	Reducción baja
18c	Bosques Húmedos azonales (pedobiom)	BMD Andinos y Alto-andinos de Roble	<i>Quercus, Billia, Myrsine, Clusia</i>	ANDINA	-0,00522	Reducción baja

CODIGO	Bioma	Ecosistema	Vegetación (géneros representativos) especies diagnósticas	Región	Promedio aumento o reducción de disponibilidad hídrica	Clasificación
	as)					
18a2	Bosques Húmedos	BBD Alto-andinos Húmedos y de Niebla		ANDINA	0,03666	Incremento bajo
20	Páramos y arbustales	Páramos Secos	<i>Espeletia, Calamagrostis</i>	ANDINA	0,03949	Incremento bajo
16a	Bosques Húmedos	BMD Húmedos Andinos	<i>Ocotea, Cinchona, Ceroxylon</i>	ANDINA	0,11519	Incremento bajo
19a	Páramos y arbustales	Páramos Húmedos		ANDINA	0,12020	Incremento bajo
40	Sabanas y arbustales azonales (pedobiomas)	Sabanas inundables de la llanura eólica	<i>Andropogon, Mesosetum</i>	ORINOQ UIA	0,19050	Incremento bajo
2d	Bosques Húmedos Tropicales	BAD Planicie del Piedemonte Llanero	<i>Manilkara, Hymenaea, Pseudolmedia</i>	ORINOQ UIA	0,28633	Incremento bajo
37	Sabanas y arbustales azonales (pedobiomas)	Sabanas de la Altillanura Arenosa Guayanesa	<i>Trachypogon, Leptocoryphium, Bulbostylis</i>	ORINOQ UIA	0,31038	Incremento bajo
14a	Bosques Húmedos	Bosques Húmedos Sub-andinos	<i>Cedrela, Dendropanax</i>	ANDINA	0,43757	Incrmento medio

Tabla 23. Cambio en disponibilidad hídrica debido al cambio climático como un índice para cada uno de los ecosistemas de la región.

La anterior tabla muestra un promedio en disponibilidad hídrica calculado a partir de los valores de píxel de cada uno de los 21 ecosistemas representativos de Cundinamarca.

35.9. Vulnerabilidad por cambios de hábitat y pérdida potencial Biodiversidad

35.9.1. Información sobre la diversidad biológica sensible presente extensión de estudio.

Revisión de información: Se consultaron diferentes fuentes de información que incluyen registros de especímenes de museos, publicaciones y bases de datos en línea, de donde se obtuvieron 12,732 registros para la extensión definida para el desarrollo de los análisis. En la Tabla 12 se describen los registros por categorías taxonómicas y se discriminan por especies amenazadas y endémicas y especies migratorias. Las especies incluidas en los ejercicios de modelamiento se consignan en el anexo 1.

Clase	Número de especies	Número de registros
Especies Amenazadas y Endémicas		
Amphibia	64	5462
Bryatae	1	6
Liliopsida	5	69
Magnoliopsida	28	380
Mammalia	98	4069
Reptilia	43	1582
Especies Migratorias		
Aves	48	1129
Mammalia	4	33

Tabla 24. Descripción general de los registros de biodiversidad sensible recopilados para la extensión de modelamiento

Integridad taxonómica: La taxonomía de todos los registros fueron actualizados a las autoridades vigentes. En esta medida fue necesario actualizar las sinonimias y revisar la integridad de las bases de

datos en cuanto a la escritura y actualización de los nombres científicos. Las autoridades taxonómicas vigentes son:

- **Anfibios:** Frost, Darrel R. 2013. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 5.6 (9 January 2013). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.
- **Aves:** Remsen, J. V., Jr., C. D. Cadena, A. Jaramillo, M. Nores, J. F. Pacheco, J. Pérez-Emán, M. B. Robbins, F. G. Stiles, D. F. Stotz, and K. J. Zimmer. Version. 2013. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>
- **Reptiles:** Uetz, P., J. Hallermann & Jiri Hosek. 2012. The Reptile Database. Zoological Museum Hamburg, <http://www.reptile-database.org>, Revisado Junio 10 2012.
- **Plantas:** Angiosperm Phylogeny Group (2009), "An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III", *Botanical Journal of the Linnean Society* 161 (2): 105-121.
- **Mamíferos:** RIQUEZA, ENDEMISMO Y CONSERVACIÓN DE LOS MAMÍFEROS DE COLOMBIA. *Mastozoología Neotropical*, 20(2):301-365, Mendoza, 2013

Revisión localidades y georeferenciación: La revisión y depuración de las localidades se hizo con base en el estándar para la Georeferenciación de registros biológicos y gaceteros digitales del Instituto Humboldt (Sua et al 2005). Según lo indicado primero se depuraron y estandarizaron los nombres de las localidades desde el valor jerárquico más puntual al más general. Para ello se ubicaron los descriptores geográficos para cada localidad con la ayuda de la división político administrativa (DIVPOLA, DANE 2012), la cartografía base oficial (Geoportal, IGAC 2012) y la división veredal con el fin de complementar la información faltante en cuanto a municipios, centros poblados y topónimos físicos y/o culturales.

Para la georeferenciación, se ubicaron las coordenadas para cada localidad con el uso de varias herramientas utilizadas simultáneamente como Geoportal IGAC, Google Earth y DIVIPOLA. Cuando las localidades no se encontraron con estas herramientas se ubicaron con ayuda del Diccionario Geográfico (IGAC 1998), travelingluck.com, getamap.net, geonames.com o se buscó la localidad en google y en la mayoría de las ocasiones se encontraban artículos con la localidad referida a los mismos registros. A cada coordenada se le definió el nivel de precisión de acuerdo con los parámetros establecidos en el estándar (Sua et al 2005), así:

Nivel 1. Coordenadas que han sido tomadas con geoposicionador y que al confrontarlas con la cartografía digital, se ubican en este lugar.

Nivel 2. Coordenadas tomadas de literatura, museos, herbarios, fichas de colección que al confrontarlas con la cartografía digital se confirma su dato de localización o conocimiento de la zona por parte de un investigador o investigadores.

Nivel 3. Coordenadas calculadas de la cartografía digital donde se tiene el punto de intersección y su correspondiente elevación.

Nivel 4. Coordenadas calculadas de la cartografía digital tomada de la localidad de muestreo pero no se tiene dato sobre la elevación.

Teniendo en cuenta la pequeña escala geográfica a la cual se trabajó la presente investigación, se decidió dejar solo los 4 niveles más altos de precisión con el fin de garantizar una alta confiabilidad de los datos recopilados y por ende un mayor ajuste de los ejercicios de modelamiento a desarrollarse posteriormente. Las fuentes de información consultadas y validadas se consignan en la tabla de metadatos incluida en el Anexo 1.

Especies sensibles: Para elaborar el listado de especies sensibles presentes en la extensión de estudio, fue necesario revisar y actualizar para cada una de las especies las categorías de amenaza a nivel global (IUCN 2012) y nacional (MAVDT 2010), y su rango de distribución en cuanto a identificar las especies endémicas (Stiles 1997, Salaman et. al 2009) o migratorias (MAVDT y WWF Colombia 2009, Moreno 2009, Salaman et. al 2009).

Dentro de la información recopilada se consignan registros sobre importantes objetos de conservación, los cuales se definen para el presente proyecto como las especies focales o de importancia cultural representativas de la biodiversidad que pueden ser monitoreadas, y que permiten a través de la evaluación de sus cambios, diseñar y direccionar los esfuerzos que para la conservación y preservación.

La definición de los objetos de conservación incluidos en los análisis de modelamiento, se realizó a partir de la revisión y evaluación de criterios locales, nacionales e internacionales como: prioridades de conservación e investigación, la presencia de especies endémicas y casi-endémicas (STILES, 1998), especies con rango restringido (IAVH), especies migratorias, especies amenazadas de las listas rojas de biodiversidad de Colombia (RENGIFO, et al., 2002), y especies amenazadas según UICN y a nivel local por extracción (Uso/cacería). Los criterios de categorización seleccionados se describen a continuación:

- a) **Especies Amenazadas:** Para identificar las especies sensibles se han tenido en cuenta las definiciones que para tal fin propuso el ministerio del medio ambiente en el 2002, las cuales son las siguientes:

Especie amenazada es Aquella cuyas poblaciones naturales se encuentran en riesgo de desaparecer, dado que su hábitat, área de distribución, ecosistemas que los sustentan, o tamaño poblacional han sido afectados por factores naturales y/o de intervención antrópica. Bajo esta connotación se comprende a las especies categorizadas como: En peligro crítico (CR), en peligro (EN) y vulnerable (VU), indicadas de mayor a menor jerarquía de amenaza.

Especie en peligro crítico (CR). Es aquella especie amenazada que enfrenta una muy alta probabilidad de extinción en el estado silvestre en el futuro inmediato, en virtud de una reducción drástica de sus poblaciones naturales y un severo deterioro de su área de distribución.

Especie en peligro (EN). Es aquella especie amenazada sobre la que se cierne una alta probabilidad de extinción en el estado silvestre en el futuro cercano, en virtud de que existe una tendencia a la reducción de sus poblaciones naturales y un deterioro de su área de distribución.

Especie vulnerable (VU). Es aquella especie amenazada que no se encuentra en peligro inminente de extinción en el futuro cercano, pero podría llegar a estarlo de continuar la reducción de sus poblaciones naturales y el deterioro de su área de distribución.

- b) **Especies endémicas:** Una especie endémica (también llamadas especies microareales), es aquella especie o taxón que está restringido a una ubicación geográfica muy concreta y fuera de esta ubicación no se encuentra en otra parte. La extensión geográfica puede ser muy variable habiendo especies endémicas de una población determinada o de una región o país. El endemismo surge como consecuencia de la especiación que se provoca ante la aparición de barreras naturales que impiden el intercambio genético, de este modo, aparecen especies diferentes restringidas a esas zonas geográficas. Estas especies son más vulnerables a la extinción pues sus poblaciones suelen ser reducidas en número de individuos y por tanto su respuesta genética ante el cambio de las condiciones ambientales es mayor.
- c) **Especies de Aves Migratorias:** Las aves migratorias, definidas así por su estatus de residencia (incluyendo las playeras y terrestres) son un grupo excepcionalmente especializado que por diversos factores de su ecología y patrones de distribución son considerados en la actualidad objetos de conservación (PLAN NACIONAL DE ESPECIES MIGRATORIAS, 2009), por el convenio de la diversidad biológica. Dentro de los muchos aspectos que le confieren importancia a este grupo se destacan su papel como indicadores, parte vital dentro de la dinámica energética de los ecosistemas locales y su prestación de servicios ambientales, dentro de los que se incluyen el control de insectos y la polinización.

3.8.2. Variables Ambientales

Datos climáticos

Se compiló una base de datos espacial compuesta por las variables climáticas desarrolladas por Tabor y colaboradores (2010) para los escenarios climáticos presente y A2b proyectado al año 2040. Como el objetivo último del uso de los modelos del nicho ecológico en la presente investigación es generar los rangos de distribución de las especies y no el análisis causal de las variables ambientales en la distribución de las mismas, se desarrolló un análisis de correlación para determinar las variables que con altos grados de colinealidad para ser excluidas del proceso metodológico. Las variables usadas fueron:

- Temperatura media anual (resolución espacial 90m, escenarios presente y A2b)
- Precipitación media anual (resolución espacial 90m, escenarios presente y A2b)

Modelo digital de elevación

Teniendo en cuenta la naturaleza biológica de las especies incluidas dentro del presente ejercicio, un modelo digital de elevación (USGS 2006), ajustado a la extensión y resolución espacial de las variables climáticas, fue incluido como variable discriminatoria de apoyo en los procesos de modelamiento. Dicha variable introduce la elevación y su relación con las ocurrencias de las especies como un indicador de la distribución altitudinal de las mismas. Cabe anotar que esta variable posee un elevado peso intrínseco para las especies sensibles objeto de estudio por tratarse en su mayoría de tipos taxonómicos con biogeografía andina.

3.8.3. Proceso de modelamiento

Preparación de bases de taxonómicas

El proceso de preparación de las bases de datos biológicas consistió en la aplicación de una serie de filtros para descartar los registros que no cumplan las condiciones necesarias para ser incluidos en los ejercicios de modelamiento del nicho ecológico. Los filtros aplicados fueron:

- Eliminación de registros que no coincidan espacialmente con el área efectiva de estudio.
- Eliminación de registros con coordenadas iguales para una misma especie.
- Eliminación de registros con coordenadas ubicadas en un mismo pixel (90m) para una misma especie.
- Eliminación de especies con menos de 5 registros validados, ya que los modelos de nicho climático han demostrado no ser eficientes e introducir incertidumbre en los resultados obtenidos con un número menor de registros (Pearson *et. Al* 2007).

Análisis Exploratorio de las bases de datos

Una vez consolidadas las bases de datos sobre biodiversidad después de efectuar los filtros de modelamiento, se desarrollaron análisis de patrones espaciales (análisis de vecinos cercanos) incluidos en la panel de herramientas de estadística espaciales de ArGis 10.1. Este análisis se efectúa con las presencias efectivas de las categorías de sensibilidad evaluadas y busca determinar los tipos de agrupamiento espacial que presentan los datos dentro de la extensión de estudio.

Este análisis se hace con el propósito de reducir el sesgo de sobre predicción o ajuste que arrojen los modelos probabilísticos, causados por la dispersión espacial de los registros de ocurrencia de las especies. Para todos los casos evaluados en las especies amenazadas, endémicas y migratorias, los patrones espaciales sugieren modelos de distribución de registros agrupados con una probabilidad de error estadístico del 1%.

Para corregir este error por el tipo de agrupación de las ocurrencias, durante la fase de modelamiento se complementó el algoritmo probabilístico de modelamiento con reglas de ejecución que determinan matrices de distancias (alejadas de las ocurrencias), que permiten que los estimadores no se sobre-predigan para un región determinada.

Modelamiento del Nicho Ecológico

El objetivo de utilizar los modelos del nicho ecológico es el de generar los rangos de distribución de las especies que permitan entender los patrones de distribución, especialmente en aquellas áreas donde las condiciones ambientales son propicias para su subsistencia pero donde no existen registros en las bases de datos. Sin embargo, los patrones de distribución generados por los modelos pueden presentar sesgos importantes, por ejemplo sobrestimando rangos de distribución si se le indica al modelo hacer predicciones en áreas donde existen ambientes que no han sido considerados en el espacio ambiental multidimensional de los registros de la especie o especies en estudio (Elith et al 2010).

Para el presente estudio se aplicó una metodología para estimar el rango de distribución de las especies con la finalidad de restringir las predicciones finales a los ambientes conocidos o cobijados por los registros de presencias en las bases de datos para cada especie. De esta forma se evitó generar sobre-predicciones y se evitó que la identificación de patrones de riqueza, amenaza o endemidad, se presente en áreas donde las incertidumbres por la presencia o no de una especie sean muy altas.

Los procedimientos seguidos para la modelación fueron los siguientes:

1. Se extrajeron de las bases de datos ya filtradas los registros para cada especie
2. Se excluyeron del análisis las especies que contaron con menos de 5 registros. Hasta con cinco registros se ha demostrado que los modelos pueden generar predicciones acertadas (Pearson et al 2007).
3. Los modelos del nicho ecológico predicen la distribución de las especies mediante la discriminación de las condiciones ambientales donde las especies fueron registradas (presencias) y donde no fueron registradas (ausencias). Sin embargo, en las bases de datos compiladas se tiene información únicamente de las presencias y no de las ausencias. Para corregir esta falta de información la mayoría de los modelos crean ausencias al azar a través de la extensión del área de estudio (pseudo-ausencias). En el presente estudio se seleccionaron 1000 pseudo-ausencias aleatoriamente pero condicionando la selección aleatoria mediante una función de probabilidad de densidad de puntos dada por la capa de densidad de registros para cada grupo taxonómico. De esta forma la probabilidad de generar una pseudo-ausencia de forma aleatoria fue más alta en lugares donde la densidad de registros para el grupo taxonómico en cuestión es más baja. Así se evita que el modelo haga sobre-predicciones en las áreas menos representadas en las bases de datos y se restringían las predicciones a las condiciones bien conocidas por la distribución de los registros de cada especie.
4. Para el modelamiento del nicho ecológico se seleccionó el programa computacional MAXENT (Phillips et al, 2006). En estudios comparativos MAXENT ha estado siempre entre los modelos que predicen la distribución de las especies con mayor precisión (Elith et al 2006) y además es suficientemente flexible para manipular los parámetros que definen el algoritmo y la forma como se preparan los insumos al modelo. Esto último es de vital importancia si se busca corregir errores de sesgo espacial en las colecciones biológicas. MAXENT utiliza los algoritmos de máxima entropía cuyo objetivo es predecir el ambiente más adecuado para las especies estudiadas en función de las variables ambientales o predictoras utilizadas para este fin.

3.8.4. Definición de parámetros biogeográficos y vulnerabilidad

Riqueza de especies: Los parámetros que permitieron establecer la vulnerabilidad potencial por pérdida de biodiversidad en la extensión del departamento de Cundinamarca, son Riqueza de especies amenazadas y endémicas y Riqueza de especies migratorias. La razón para efectuar análisis particulares sobre estos dos grupos de sensibilidad de manera separada, obedece a su naturaleza biogeográfica tan disímil, las cual, al ser evaluada de manera conjunta puede generar interpretaciones erróneas. La riqueza de especies fue calculada y analizada siguiendo las bases consignadas en la Tabla 13.

Vulnerabilidad: una vez obtenidos los patrones generales de riqueza de especies sensibles en los dos escenarios climáticos evaluados, se procedió a contrastarlos para identificar las áreas con ganancia, pérdida o prevalencia potencial de categorías de riqueza para la extensión evaluada. La comparación de los dos escenarios se hizo con la implementación de la siguiente formula:

$$-1 \times (Re_i P - Re_i F)$$

Dónde:

Re_i P = Riqueza potencial de especies (amenazadas y endémicas o Migratorias) en escenario climático presente

Re_i F = Riqueza potencial de especies (amenazadas y endémicas o Migratorias) en escenario climático futuro.

-1 = factor de corrección para identificar en valores positivos las ganancias o pérdida potenciales de riqueza por categorías de especies.

Parámetro	Tipo de análisis espacial	Algoritmo	Rango de expresión	Software para obtención
Riqueza de especies amenazadas y endémicas	Complementariedad	Sumatoria de las áreas de distribución potencial de todas las especies modeladas.	Probabilidad de ocurrencia de especies	Módulo de Análisis espacial ArcGis 10.1
Riqueza de especies migratorias	Complementariedad	Sumatoria de las áreas de distribución potencial de todas las especies modeladas.	Probabilidad de ocurrencia de especies endémicas	Módulo de Análisis espacial ArcGis 10.1

Tabla 25. Bases para la determinación de los parámetros biogeográficos analizados en la extensión del estudio

Análisis de representatividad a nivel de ecosistemas y áreas protegidas

Una fase final de los análisis desarrollados consistió en la identificación de los ecosistemas y áreas protegidas con mayor vulnerabilidad potencial por pérdida de biodiversidad sensible ante los escenarios climáticos evaluados, para ello la información de ganancia y pérdidas generada en formato raster fue vectorizada y cruzada con los mapa de ecosistemas (Etter et al, 2008) y Áreas protegidas (Vazquez et al, 2009), para su posterior análisis en tablas dinámicas. Estos cruces fueron efectuados haciendo uso del módulo de análisis vectorial contenido en ArcGis 10.

Los valores de ganancia, pérdida o las áreas que permanecen sin modificación (en adelante Constantes) de las categorías de riqueza de especies sensibles, y su relación con los ecosistemas o

áreas protegidas evaluadas, fueron expresadas en el presente ejercicio, como la representatividad porcentual de las áreas de variación con relación a la extensión de las áreas protegidas o ecosistemas analizados; es decir, en términos porcentuales, Los pasos seguidos para el desarrollo de este análisis se enumeran a continuación:

- a- Extracción de la capa de ecosistemas (Etter et al, 2008) y Áreas protegidas (Vazquez *et al*, 2009) a la extensión del departamento de Cundinamarca (**Capa A**)
- b- Vectorización de la capas “Variación de la riqueza de especies endémicas y – amenazadas y Variación de la riqueza de especies migratorias entre los escenarios climáticos presente y A2a” (**Capa B**)
- c- Intersección de las capas **A** y **B**
- d- Desarrollo de tablas dinámica para la identificación, sumatoria y cálculo de la representatividad porcentual de los valores de variación de riqueza de especies, con relación a las áreas protegidas o ecosistemas presentes en el departamento de Cundinamarca.
- e- Salidas gráficas

Finalmente es importante anotar que para poder desarrollar los cálculos entre las diferentes categorías y ecosistemas evaluados, todas las capas vectoriales fueron proyectadas al sistema de referencia Magna Sirgas.

3.8.5. Resultados

a. Biodiversidad Sensible

Una vez desarrollados los análisis conducentes a seleccionar las variables y especies incluidas en los ejercicios de modelamiento, se determinó que dentro de la extensión de estudio se cuenta con información validada y que cumple con los estándares mínimos de modelamiento para 194 especies (142 endémicas y amenazadas y 52 migratorias), sobre las cuales se generaron modelos de distribución potencial siguiendo los lineamientos metodológicos consignados en la sección 1.4. De la misma forma el desarrollo del flujo metodológico conducente a determinar los parámetros biogeográficos requeridos como insumos para la identificación de las áreas vulnerables por pérdida de biodiversidad en el departamento de Cundinamarca.

b. Patrones espaciales de la riqueza de especies por categorías de sensibilidad

El análisis integrado de la riqueza de especies evaluadas en la extensión de estudio para los dos escenarios climáticos, mostro un patrón heterogéneo en el que las áreas de concentración de especies amenazadas y endémicas se ubican sobre los sectores medios y altos del departamento. Esta situación

surge como consecuencia directa de los patrones específicos de distribución cada una de las especies en esta extensión, ya que de manera general corresponden a elementos de biodiversidad restringidos a ecosistemas andinos de la cordillera oriental (Figuras 64 a y b).

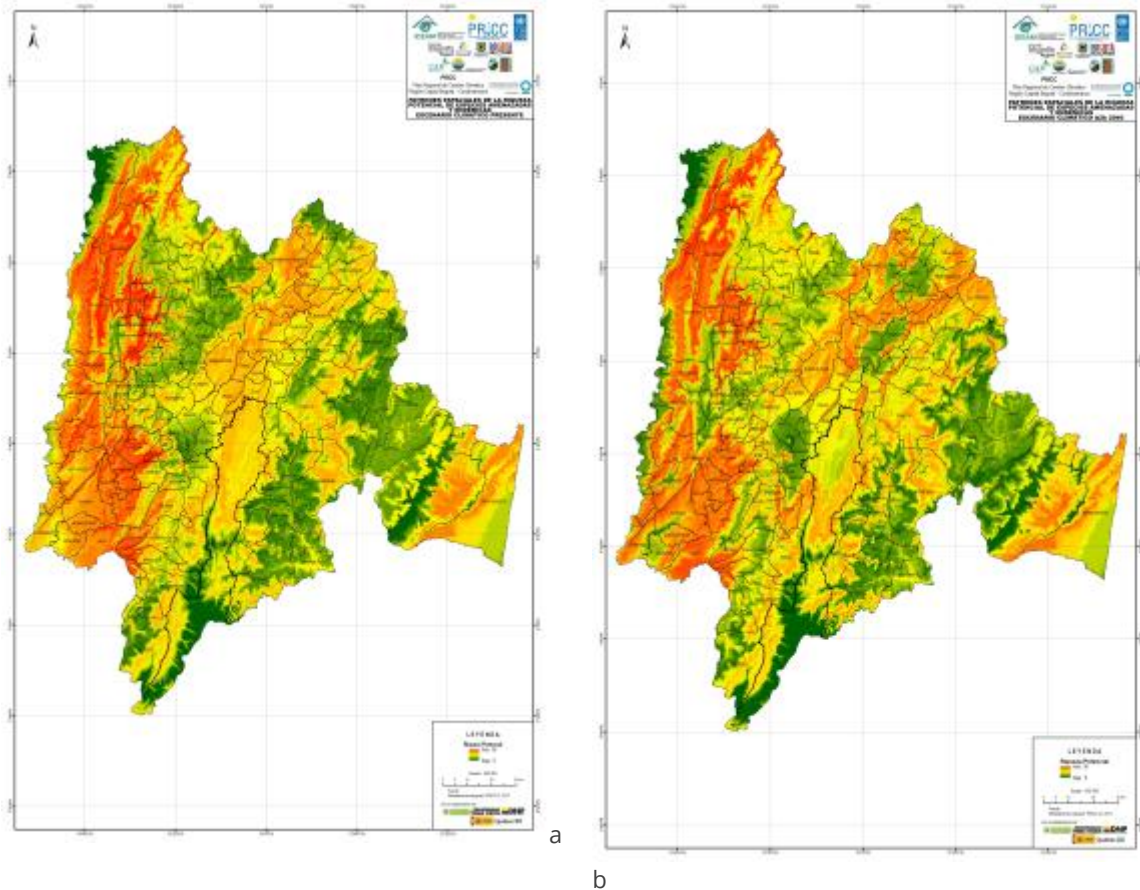


Figura 84. Patrones espaciales de la riqueza potencial de especies amenazadas y endémicas en el departamento de Cundinamarca. a) escenario climático presente b) escenario climático A2b 2040.

Es importante señalar que entre los dos escenarios evaluados se sugiere una reducción potencial en las categorías de riqueza potenciales de 38 a 36 especies concentradas por unidad de área evaluada. De la misma forma se observa un incremento en la concentración potencial de especies en las regiones altas del norte del departamento, lo cual puede estar relacionado con desplazamientos, reducción y pérdida del hábitat potencial de este tipo de especies en las regiones medias en el futuro.

Por su parte las especies migratorias poseen patrones de distribución de su riqueza potencial mucho más correlacionados con la elevación. En estos se destaca la presencia de valores superiores en las

regiones medias y altas, con particular énfasis en la concentración de especies sobre el altiplano cundiboyacense y zonas de mediana elevación de la vertiente de occidental de la cordillera oriental. La única variación aparente entre los dos escenarios evaluados consiste en la disminución potencial en las categorías de riqueza de 49 a 46 especies y en un leve desplazamiento en la concentración de especies hacia algunos sectores de mediana elevación en la vertiente oriental del departamento de Cundinamarca (Figura 65 a y b).

Resulta difícil exponer una sola justificación que desde la biología permita explicar la configuración espacial exhibida por este grupo de especies al interior de la extensión evaluada, ya que estos pueden obedecer a un gran número de factores relacionados con la ecología y diversificación propia de los mismos. Un ejemplo de esto puede ser descrito en el grupo de las aves migratorias, en el cual se incluyen especies de hábitos terrestres y acuáticos, un amplio espectro de dietas y ecologías de forrajeo y diferentes especializaciones fisiológicas que se traducen en usos y preferencias de hábitat muy disímiles entre sí; de esta forma estos patrones biogeográficos deben ser vistos más como una sumatoria de las relaciones ecológicas, que como una tendencia biogeográfica para este sector de la cordillera oriental.

Resulta importante señalar sin embargo, que el departamento de Cundinamarca posee características tales como su ubicación estratégica sobre la cordillera oriental y su variada topografía, que potencializan la presencia de un gran número de especies de fauna, dentro de la que en diferentes estudios se han descrito un gran número de elementos sensibles de biodiversidad.

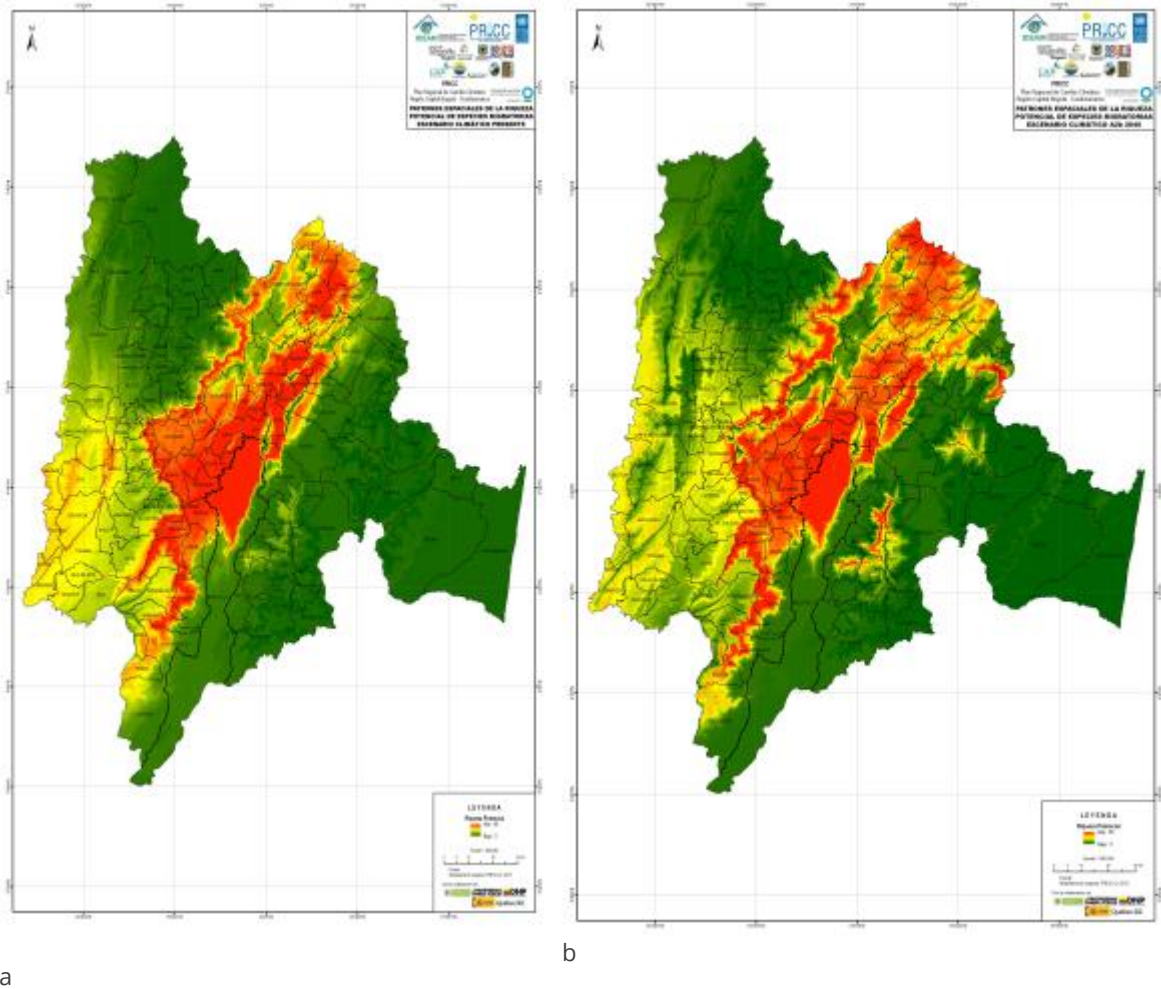


Figura 85. Patrones espaciales de la riqueza potencial de especies migratorias en el departamento de Cundinamarca. a) Escenario climático presente b) escenario climático A2b 2040.

c. Vulnerabilidad potencial por pérdida de biodiversidad sensible

El análisis multitemporal de la riqueza mostro que tanto para especies amenazadas y endémicas como para migratorias, se sugieren variaciones relacionadas con la ganancia y pérdida potencial de categorías de riqueza dentro de la extensión evaluada (Figuras 66 y 67).

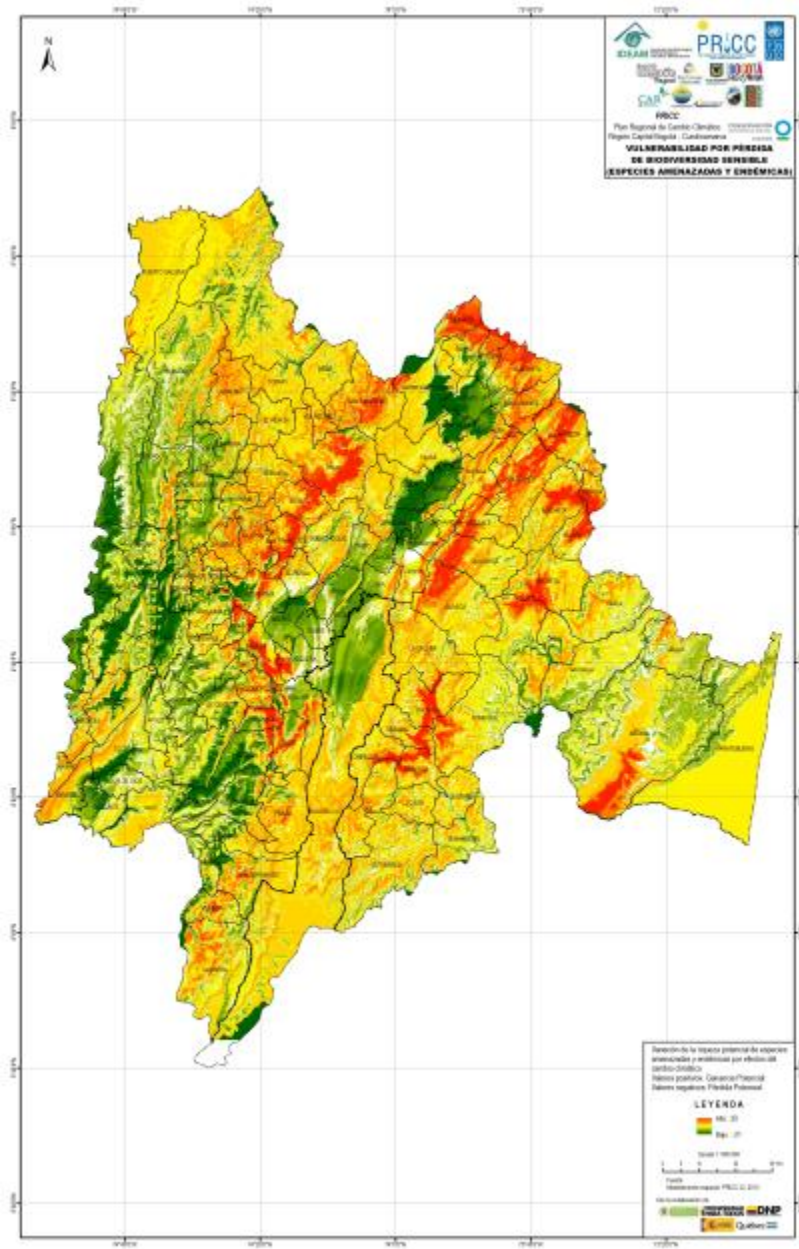


Figura 86. Vulnerabilidad por pérdida de biodiversidad sensible (especies amenazadas y endémicas) por efectos de cambio climático en la extensión del departamento de Cundinamarca. Fuente: Elaborado por Conservación Internacional.

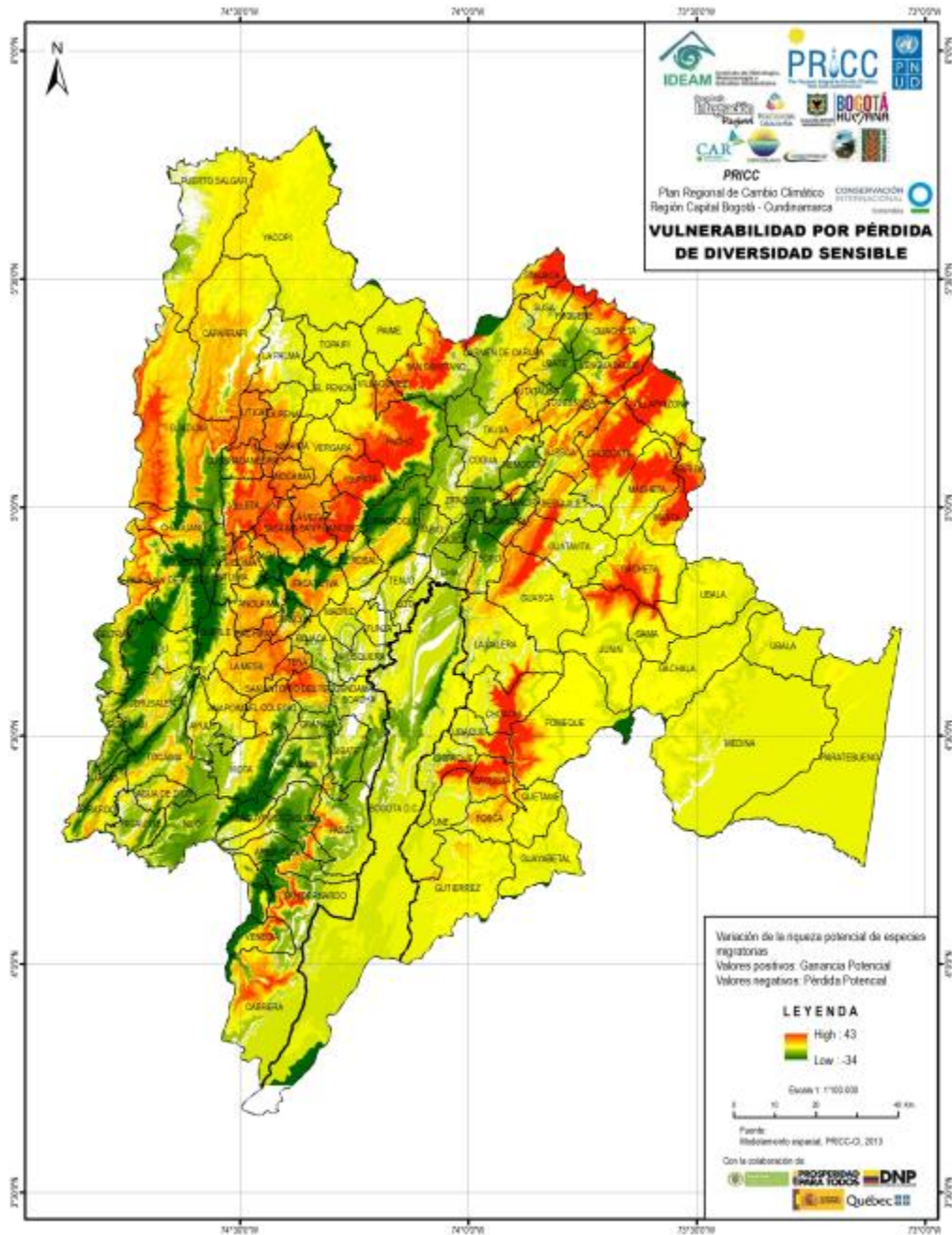


Figura 87. Vulnerabilidad por pérdida de biodiversidad sensible (especies migratorias) por efectos de cambio climático en la extensión del departamento de Cundinamarca. Fuente: Elaborado por Conservación Internacional.

La riqueza de especies objeto de conservación (endémicas y amenazadas - migratorias), expresada en este análisis es entendida como el área potencial de distribución acumulada por número de especies, el cual fue estimado a partir de la superposición de las distribuciones potenciales obtenidas para todas las especies tanto en escenario presente como futuro.

Las especies endémicas y amenazadas mostraron una pérdida acumulada que alcanza las 21 especies por unidad de área entre el escenario climático presente y futuro. Esta situación surge como consecuencia directa de la sumatoria de las modificaciones de los patrones geográficos de distribución cada una de las especies, tales como migraciones altitudinales o colonización de nuevas áreas. Es importante señalar, que los valores de ganancia deben ser interpretados a su vez como una alteración potencial importante, ya que estas se pueden traducir en el incremento de la competencia interespecífica por el uso de recursos tróficos y reproductivos entre otros.

Por su parte las especies objeto de conservación migratorias muestran una ganancia acumulada de 43 especies por unidad de área, la cual se ve favorecida principalmente por la obtención potencial de área de cada una de las especies. La ganancia relativa de área potencial acumulada de distribución en las especies migratorias, surge como una consecuencia directa de los factores ecológicos que regulan los procesos migratorios, ya que dichos grupos de aves se asocian principalmente a regiones de mediana altitud del gradiente andino o a la parte superior del sub andino (Hagan & Jhonston, 1992). Regiones que aparentemente verán incrementada su área bajo efectos del cambio climático a mediano plazo.

Si bien los valores de ganancia y pérdida presentados acá para los objetos de conservación dan un idea general de los posibles efectos que traería consigo cambio climático, estos deben ser interpretados con prudencia dado que las áreas que satisfacen las condiciones del nicho fundamental tal y como han sido presentadas aquí, representan su distribución en términos potenciales, relacionado solo con variables y climáticas y asumiendo que el modelo capture todos los requerimientos del nicho, sin embargo el área que realmente habita una especie determinada se denomina la distribución efectiva y es menor que la potencial ya que se ve afectada por posible factores como barreras geográficas de dispersión, interacciones bióticas y sobre todo a las modificaciones humanas del ambiente (Phillips et al. 2006). Dada esta situación debe asumirse que la distribución efectiva de los objetos de conservación en la extensión evaluada, puede ser mucho menor que la estimada a través de los modelos, haciendo la situación de dichas especies más crítica para esta región a mediano plazo.

d. Representatividad

Representatividad Ecosistémica

El análisis de representatividad porcentual de la vulnerabilidad por pérdida de biodiversidad sensible en los ecosistemas de Cundinamarca, muestra en primera instancia que tanto para especies amenazadas y endémicas como para las migratorias, más del 65% de los ecosistemas muestra un pérdida acumulada total (PAT%) superior o cercana al 50% (Tablas 14 y 15, Figuras 68 y 69). Dicha situación sugiere que la mayor parte de la extensión evaluada resulta particularmente vulnerable a los efectos potenciales del cambio climático sobre la biodiversidad.

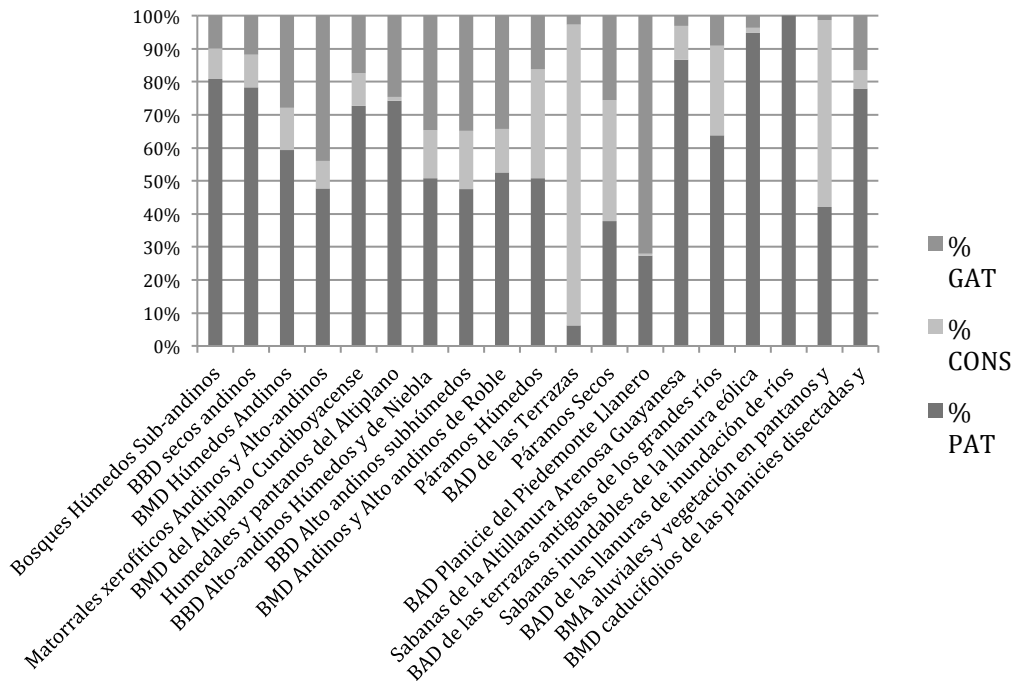


Figura 88. Representatividad de la vulnerabilidad por pérdida de biodiversidad (especies amenazadas y endémicas) en el departamento de Cundinamarca ante el cambio climático. (GAT: Ganancia acumulada total, CONS: Áreas constantes sin modificaciones, PAT: Pérdida acumulada Total)

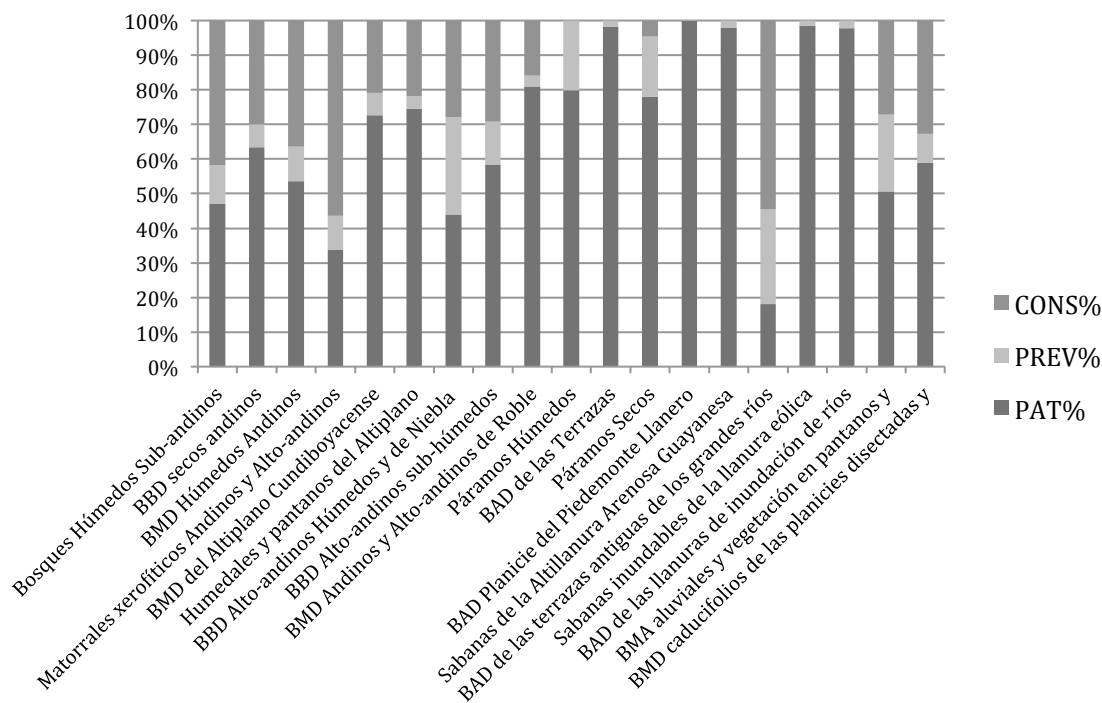


Figura 89. Representatividad de la vulnerabilidad por pérdida de biodiversidad (especies migratorias) en el departamento de Cundinamarca ante el cambio climático. (GAT: Ganancia acumulada total, CONS: Áreas constantes sin modificaciones, PAT: Pérdida acumulada Total).

Resulta importante señalar que la mayor parte de los ecosistemas para los cuales se sugiere una pérdida acumulada mayor de sus objetos de conservación en términos de área de ocupación potencial, corresponde con áreas ubicadas sobre los márgenes medio y superior de las regiones montañosas del departamento. Esta situación cobra una importancia mayor, si se tiene en cuenta que algunos ecosistemas tales como los bosques andinos y altoandinos de roble, los humedales y pantanos de altiplano y los bosques húmedos subandinos albergan una gran biodiversidad sensible y única, la cual a su vez es de gran importancia para la sostenibilidad y mantenimiento de flujos energéticos y productividad de los mismos. De la misma forma estos ecosistemas se relacionan con la prestación de un gran número de servicios ambientales que podrían verse afectados ante una pérdida potencial de biodiversidad como la mostrada a través de los ejercicios de modelamiento desarrollados.

Tabla 26. Representatividad porcentual de la vulnerabilidad por pérdida de especies amenazadas y endémicas en los ecosistemas de Cundinamarca. (PAT: Pérdida acumulada Total, CONS: Áreas constantes sin modificaciones, GAT: Ganancia Acumulada Total. %= Todos los valores expresados como un porcentaje)

Ecosistema	Extensión (ha)	Pérdida Acumulada Total (ha) (PAT)	% PAT	Áreas Constantes sin alteraciones (ha) (CONS)	% CONS	Ganancia Acumulada Total (ha) (GAT)	% GAT
Bosques Húmedos Sub-andinos	346.157,21	279.751,68	80,82	32.448,92	9,37	33.956,62	9,81
BBD secos andinos	147.688,27	115.622,93	78,29	14.732,15	9,98	17.333,19	11,74
BMD Húmedos Andinos	129.638,64	277.581,54	59,41	59.533,56	12,74	130.101,81	27,85
Matorrales xerofíticos Andinos y Alto-andinos	147.176,87	70.119,22	47,64	12.391,67	8,42	64.665,99	43,94
BMD del Altiplano Cundiboyacense	160.227,46	116.526,97	72,73	15.872,63	9,91	27.827,85	17,37
Humedales y pantanos del Altiplano	48.527,04	36.009,82	74,21	634,56	1,31	11.882,66	24,49
BBD Alto-andinos Húmedos y de Niebla	433.368,73	219.832,08	50,73	63.669,77	14,69	149.866,88	34,58
BBD Alto andinos subhúmedos	163.668,29	77.769,45	47,52	28.768,04	17,58	57.130,80	34,91
BMD Andinos y Alto andinos de Roble	72.006,79	37.886,22	52,61	9.508,46	13,20	24.612,10	34,18
Páramos Húmedos	130.187,37	66.107,23	50,78	42.872,03	32,93	21.208,12	16,29
BAD de las Terrazas	7.803,79	492,16	6,31	7.109,89	91,11	201,73	2,59
Páramos Secos	58.087,23	22.019,78	37,91	21.209,81	36,51	14.857,64	25,58

Ecosistema	Extensión (ha)	Pérdida Acumulada Total (ha) (PAT)	% PAT	Áreas Constantes sin alteraciones (ha) (CONS)	% CONS	Ganancia Acumulada Total (ha) (GAT)	% GAT
BAD Planicie del Piedemonte Llanero	9.817,43	2.680,71	27,31	62,55	0,64	7.074,17	72,06
Sabanas de la Altillanura Arenosa Guayanesa	1.789,07	1.551,91	86,74	181,56	10,15	55,59	3,11
BAD de las terrazas antiguas de los grandes ríos	50.171,24	31.991,23	63,76	13.579,29	27,07	4.600,73	9,17
Sabanas inundables de la llanura eólica	64.546,24	61.207,08	94,83	1.004,78	1,56	2.334,38	3,62
BAD de las llanuras de inundación de ríos andinos (aguas blancas)	2.607,06	2.607,06	100,00	-	0,00	-	0,00
BMA aluviales y vegetación en pantanos y ciénagas	7.362,96	3.098,42	42,08	4.166,86	56,59	97,68	1,33
BMD caducifolios de las planicies disectadas y colinas	57.651,71	44.897,09	77,88	3.325,79	5,77	9.428,83	16,35

Tabla 27. Representatividad porcentual de la vulnerabilidad por pérdida de especies migratorias en los ecosistemas de Cundinamarca. (PAT: Pérdida acumulada Total, CONS: Áreas constantes sin modificaciones, GAT: Ganancia Acumulada Total. %= Todos los valores expresados como un porcentaje)

Ecosistema	Extensión (ha)	Pérdida Acumulada Total (ha) (PAT)	% PAT	Áreas Constantes sin alteraciones (ha) (CONS)	% CONS	Ganancia Acumulada Total (ha) (GAT)	% GAT
Bosques Húmedos Sub-andinos	3.466.159.665,86	1.631.419.422,49	47,07	388.111.255,88	11,20	1.446.628.987,28	41,74
BBD secos andinos	1.478.918.712,68	936.692.801,48	63,34	99.062.076,07	6,70	443.163.835,63	29,97
BMD Húmedos Andinos	3.377.227.670,78	1.499.938.089,43	44,41	290.235.761,68	8,59	1.587.053.820,18	46,99
Matorrales xerofíticos Andinos y Alto-andinos	1.472.952.883,28	497.445.840,88	33,77	143.651.502,29	9,75	831.855.540,06	56,48
BMD del Altiplano Cundiboyacense	1.607.990.160,33	1.167.626.074,22	72,61	105.332.804,91	6,55	335.031.281,44	20,84
Humedales y pantanos del Altiplano	485.409.750,04	361.295.335,39	74,43	17.951.036,68	3,70	106.163.377,79	21,87
BBD Alto-andinos Húmedos y de Niebla	4.351.387.373,14	1.913.319.968,54	43,97	1.227.600.462,91	28,21	1.210.466.943,07	27,82
BBD Alto-andinos sub-húmedos	1.637.865.995,41	956.153.532,95	58,38	204.395.121,40	12,48	477.317.341,33	29,14
BMD Andinos y Alto-andinos de Roble	720.067.872,92	582.847.020,35	80,94	22.854.155,15	3,17	114.366.696,93	15,88
Páramos Húmedos	1.303.348.494,84	1.040.676.810,47	79,85	262.671.684,34	20,15	-	0,00
BAD de las Terrazas	79.629.045,93	78.216.432,45	98,23	1.412.613,45	1,77	-	0,00
Páramos Secos	580.949.036,76	452.918.887,38	77,96	100.881.123,29	17,36	27.149.025,92	4,67
BAD Planicie del Piedemonte Llanero	98.217.903,48	98.176.811,77	99,96	41.091,70	0,04	-	0,00
Sabanas de la Altillanura Arenosa Guayanesa	18.253.508,16	17.890.587,01	98,01	362.921,15	1,99	-	0,00
BAD de las terrazas antiguas de los grandes ríos	502.835.469,85	90.960.870,13	18,09	137.799.184,83	27,40	274.075.414,88	54,51

Ecosistema	Extensión (ha)	Pérdida Acumulada Total (ha) (PAT)	% PAT	Áreas Constantes sin alteraciones (ha) (CONS)	% CONS	Ganancia Acumulada Total (ha) (GAT)	% GAT
Sabanas inundables de la llanura eólica	652.468.313,43	643.194.022,43	98,58	9.274.291,01	1,42	-	0,00
BAD de las llanuras de inundación de ríos andinos (aguas blancas)	26.627.087,22	26.065.762,03	97,89	561.325,21	2,11	-	0,00
BMA aluviales y vegetación en pantanos y ciénagas	76.196.548,23	38.518.628,12	50,55	17.023.070,72	22,34	20.654.849,38	27,11
BMD caducifolios de las planicies disectadas y colinas	581.717.585,49	343.185.852,23	59,00	47.851.768,48	8,23	190.679.964,18	32,78

Representatividad en áreas protegidas

De manera similar a lo observado a nivel de ecosistemas, en un porcentaje amplio de las áreas protegidas de orden nacional y regional presentes en el departamento de Cundinamarca, se sugiere pérdida significativa (superior al 50%) del área potencial de la riqueza de la biodiversidad sensible del departamento, por los efectos potenciales del cambio climático (Tablas 16 y 17, Figuras 70 y 71). Esta situación se denota particularmente crítica para áreas protegidas como la reservas forestales protectoras Cerro Quinini y Cuchilla Piedras Blancas, para las cuales los modelos sugerirían pérdidas acumuladas totales cercanas al 100% .

Otras áreas protegidas de vital importancia dadas su extensión, ubicación geográfica y singularidad biológica en las que se proyecta una reducción significativa del área de ocupación de la riqueza de sus especies sensibles, son para el caso de las especies endémicas y amenazadas el Parque Nacional Natural Chingaza y las reservas forestales protectoras La Mistela, Río Sucio y el Páramo el Atravesado; y para el caso de las especies migratorias, el Parque Nacional Natural Sumapaz y la reserva forestal protectora Río San Francisco. Es importante tener en cuenta que la mayor parte de estas áreas protegidas se encuentran sobre el gradiente andino del departamento, lo cual puede explicar los altos valores de pérdida acumulada sugerida por los modelos de nicho climático, dadas las proyecciones que teóricamente sugieren que sobre esta franja altitudinal, los efectos potenciales del cambio climático sobre la biodiversidad pueden ser particularmente intensos (Young, 2011).

La variación significativa del área potencial de distribución de las categorías de riqueza de las especies sensibles al interior de las áreas protegidas por efectos del cambio climático, sugeriría a su vez una disminución de la efectividad como herramienta de conservación de las mismas a mediano y largo plazo, por lo que se hace importante desarrollar análisis específicos que incluyan la revisión de los objetos y objetivos de conservación, investigaciones relacionadas con la capacidad de adaptación y fisiología termal de objetos de conservación e indicadores específicos, estructuración de las acciones de manejo proyectadas y enfocadas en incrementar la resiliencia y capacidad adaptativa de los ecosistemas y los planes de extensión de las mismas.

Finalmente es importante señalar una vez más, que las proyecciones presentadas aquí han sido construidas a partir del análisis del nicho climático de las especies sensibles del departamento, y que en adelante conclusiones más ajustadas y sobre áreas específicas deberán ser construidas a partir del desarrollo de investigaciones detalladas sobre especies o ecosistemas indicadores, siendo esta la principal herramienta que como medida de adaptación debe ser implementada a corto plazo para esta región.

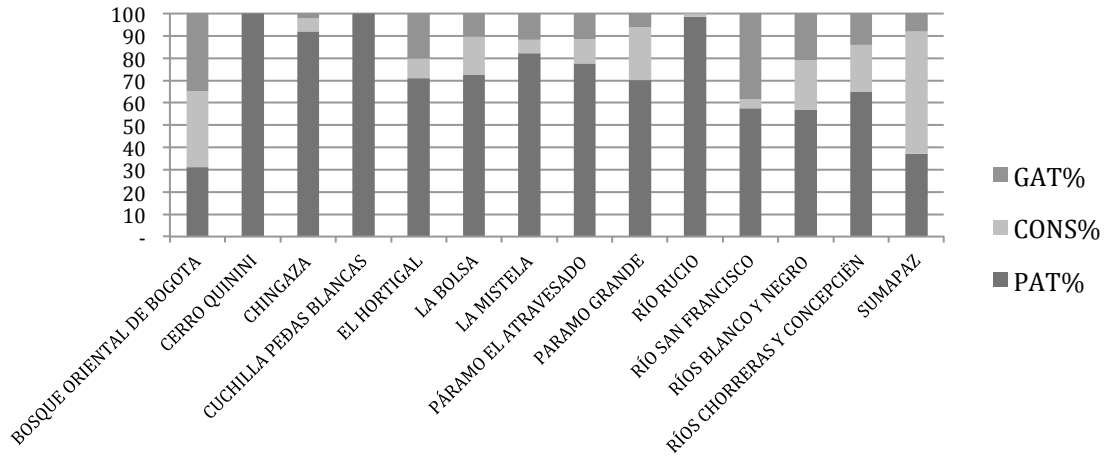


Figura 90. Representatividad de la vulnerabilidad por pérdida de biodiversidad (especies endémicas y amenazadas) en el departamento de Cundinamarca ante el cambio climático. (GAT: Ganancia acumulada total, CONS: Áreas constantes sin modificaciones, PAT: Pérdida acumulada Total)

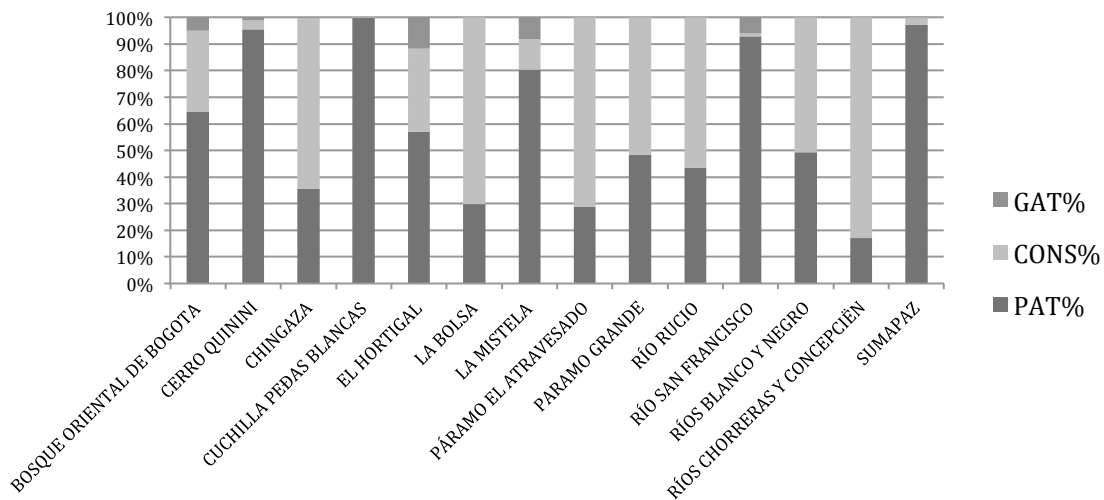


Figura 91. Representatividad de la vulnerabilidad por pérdida de biodiversidad (especies migratorias) en el departamento de Cundinamarca ante el cambio climático. (GAT: Ganancia acumulada total, CONS: Áreas constantes sin modificaciones, PAT: Pérdida acumulada Total).

Tabla 28. Representatividad porcentual de la vulnerabilidad por pérdida de especies amenazadas y endémicas en las áreas protegidas del departamento de Cundinamarca. (PAT: Pérdida acumulada Total, CONS: Áreas constantes sin modificaciones, GAT: Ganancia Acumulada Total. %= Todos los valores expresados como un porcentaje)

Categoría de área protegida	Nombre	Extensión (ha)	Pérdida Acumulada Total (ha) (PAT)	% PAT	Áreas Constantes sin alteraciones (ha) (CONS)	% CONS	Ganancia Acumulada Total (ha) (GAT)	% GAT
RESERVA FORESTAL PROTECTORA	BOSQUE ORIENTAL DE BOGOTA	13.143,40	4.103,97	31,22	4.475,54	34,05	4.563,88	34,72
RESERVA FORESTAL PROTECTORA	CERRO QUININI	1.932,04	1.932,04	100,00	-	-	-	-
PARQUE NACIONAL NATURAL	CHINGAZA	55.925,86	51.450,05	92,00	3.397,69	6,08	1.078,12	1,93
RESERVA FORESTAL PROTECTORA	CUCHILLA PEÑAS BLANCAS	1.627,20	1.627,20	100,00	-	-	-	-
RESERVA FORESTAL PROTECTORA	EL HORTIGAL	215,66	153,44	71,15	18,92	8,78	43,29	20,07
RESERVA FORESTAL PROTECTORA	LA BOLSA	2.709,89	1.965,45	72,53	462,00	17,05	282,44	10,42
RESERVA FORESTAL PROTECTORA	LA MISTELA	94,27	77,56	82,27	5,57	5,91	11,14	11,82
RESERVA FORESTAL PROTECTORA	PÁRAMO EL ATRAVESADO	2.675,81	2.075,79	77,58	297,47	11,12	302,54	11,31
RESERVA FORESTAL PROTECTORA	PARAMO GRANDE	7.117,38	4.997,22	70,21	1.696,35	23,83	423,80	5,95
RESERVA FORESTAL PROTECTORA	RÍO RUCIO	533,59	525,92	98,56	7,67	1,44	-	-
RESERVA FORESTAL PROTECTORA	RÍO SAN FRANCISCO	2.872,19	1.649,69	57,44	120,22	4,19	1.102,27	38,38
RESERVA FORESTAL PROTECTORA	RÍOS BLANCO Y NEGRO	12.642,95	7.187,35	56,85	2.796,28	22,12	2.659,32	21,03

RESERVA FORESTAL PROTECTORA	RÍOS CHORRERAS Y CONCEPCIÉN	4.427,75	2.878,00	65,00	935,02	21,12	614,73	13,88
PARQUE NACIONAL NATURAL	SUMAPAZ	58.560,22	21.755,23	37,15	32.168,00	54,93	4.636,99	7,92

Tabla 29. Representatividad porcentual de la vulnerabilidad por pérdida de especies migratorias en las áreas protegidas del departamento de Cundinamarca. (PAT: Pérdida acumulada Total, CONS: Áreas constantes sin modificaciones, GAT: Ganancia Acumulada Total. %= Todos los valores expresados como un porcentaje)

Categoría de área protegida	Nombre	Extensión (ha)	Pérdida Acumulada Total (ha) (PAT)	% PAT	Áreas Constantes sin alteraciones (ha) (CONS)	% CONS	Ganancia Acumulada Total (ha) (GAT)	% GAT
RESERVA FORESTAL PROTECTORA	BOSQUE ORIENTAL DE BOGOTA	13.143,40	8.466,14	64,41	4.007,54	30,49	669,72	5,10
RESERVA FORESTAL PROTECTORA	CERRO QUININI	1.932,04	1.846,22	95,56	63,14	3,27	22,67	1,17
PARQUE NACIONAL NATURAL	CHINGAZA	55.925,86	20.080,68	35,91	36.211,40	64,75	143,30	0,26
RESERVA FORESTAL PROTECTORA	CUCHILLA PEDAS BLANCAS	1.627,20	1.622,94	99,74	4,26	0,26	-	-
RESERVA FORESTAL PROTECTORA	EL HORTIGAL	215,66	122,96	57,02	67,48	31,29	25,21	11,69
RESERVA FORESTAL PROTECTORA	LA BOLSA	2.709,89	807,77	29,81	1.902,12	70,19	-	-

Categoría de área protegida	Nombre	Extensión (ha)	Pérdida Acumulada Total (ha) (PAT)	% PAT	Áreas Constantes sin alteraciones (ha) (CONS)	% CONS	Ganancia Acumulada Total (ha) (GAT)	% GAT
RESERVA FORESTAL PROTECTORA	LA MISTELA	94,27	75,76	80,37	10,77	11,42	7,74	8,21
RESERVA FORESTAL PROTECTORA	PÁRAMO EL ATRAVESADO	2.675,81	859,21	32,11	2.112,59	78,95	-	-
RESERVA FORESTAL PROTECTORA	PARAMO GRANDE	7.117,38	3.447,39	48,44	3.669,99	51,56	-	-
RESERVA FORESTAL PROTECTORA	RÍO RUCIO	533,59	232,06	43,49	302,01	56,60	-	-
RESERVA FORESTAL PROTECTORA	RÍO SAN FRANCISCO	2.872,19	2.664,60	92,77	35,77	1,25	171,82	5,98
RESERVA FORESTAL PROTECTORA	RÍOS BLANCO Y NEGRO	12.642,95	6.220,62	49,20	6.422,39	50,80	-	-
RESERVA FORESTAL PROTECTORA	RÍOS CHORRERAS Y CONCEPCIÉN	4.427,75	758,20	17,12	3.669,55	82,88	-	-
PARQUE NACIONAL NATURAL	SUMAPAZ	58.560,22	58.413,21	99,75	1.703,30	2,91	4,04	0,01

La evaluación de línea base efectuada para seleccionar los objetos de conservación incluidos en el análisis de modelamiento determino 175 especies poseedoras de los mínimos de información requeridos para el desarrollo de modelos de manera eficiente, sin embargo resulta importante señalar que la extensión evaluada cuenta con un amplio espectro de especies de flora y fauna que por sus niveles de sensibilidad, patrones de distribución y/o valor cultural, conforman un gran número de objetos de conservación para los cuales resulta indispensable desarrollar evaluaciones específicas en pro de diseñar herramientas adaptativas puntuales que garanticen su conservación efectiva ante los efectos potenciales que puede traer sobre sus poblaciones el cambio climático.

Los valores de ganancia y pérdida de distribución potencial de las categorías de riqueza de las especies sensibles modeladas en diferentes escenarios climáticos, dan una idea de los límites superior e inferior de una situación potencial que se puede presentar a futuro. Sin embargo su interpretación debe ser asumida con prudencia ya que por una parte debe entenderse que las áreas que satisfacen las condiciones del nicho fundamental climático de una especie tal y como han sido presentadas aquí, representan su distribución en términos potenciales, asumiendo que el modelo capture todos los requerimientos del nicho, sin embargo el área que realmente habita una especie en la naturaleza se denomina la distribución efectiva y es generalmente menor que la potencial, ya que se ve afectada por factores como barreras geográficas de dispersión, interacciones bióticas y sobre todo a las modificaciones humanas del ambiente. Dada esta situación debe asumirse que la distribución efectiva de estas especies en la extensión del estudio, puede ser menor que la estimada a través de los modelos, haciendo su situación más crítica para esta región.

Los resultados obtenidos de la evaluación de especies migratorias, muestran una estabilidad biogeográfica mayor a la exhibida por las especies endémicas y amenazadas, Este comportamiento puede ser atribuido a factores ecológicos propios del proceso migratorio, en el cual las especies se relacionan de manera directa a regiones de mediana altitud sobre el gradiente andino, el que a su vez puede verse favorecida e incrementar su extensión por los efectos potenciales de cambio climático.

Los resultados a nivel de ecosistemas sugieren una pérdida generalizada de biodiversidad sensible, mostrando de manera sobresaliente una alta vulnerabilidad para los bosques andinos y altoandinos de roble, los humedales y pantanos de altiplano y los bosques húmedos subandinos y andinos. Dichas áreas resultan de gran importancia por su alta singularidad biológica y la prestación de servicios ecosistémicos en el departamento de Cundinamarca.

La variación significativa de la riqueza de especies sensibles al interior de las áreas protegidas por efectos del cambio climático, sugiere la importancia de incluir análisis multi-temporales y evaluaciones detalladas sobre las proyecciones de manejo. Este tipo de diagnósticos no solo incrementa el conocimiento en torno a los objetos de conservación que dan sentido a dichas áreas, sino que además

permiten proyectar planes y estrategias de manejo enfocados a aumentar la resiliencia y capacidad adaptativa de las mismas, de tal forma que su efectividad no se vea reducida a mediano plazo.

Finalmente, resulta importante señalar que el modelamiento de la distribución potencial de especies objeto de conservación en escenario presente y su proyección hacia el futuro, constituye una herramienta valiosa para el diseño de mecanismos de adaptación que permiten mitigar los efectos potenciales de las variaciones ambientales tales como cambio climático sobre esta biodiversidad sensible, ya que con estos no solo se puede evaluar una situación potencial ante un abanico de posibilidades, sino que además permiten espacializar y ubicar los lugares de mayor vulnerabilidad, de manera que se pueden focalizar y direccionar de mejor forma las acciones de mitigación.

3.10. Vulnerabilidad desde los instrumentos de planificación territorial

Analizar los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial es otra forma de comprender la vulnerabilidad desde el punto de vista de gestión y planificación por parte de los tomadores de decisión de un territorio determinado. En este indicador se revisaron los POMCA que existen en la región, así como los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial de cada municipio como los POT, EOT o PBOT según cada caso. En las figuras 72 a 76 se muestran los resultados de manera especializada.

Metodológicamente se analizó cada uno de los diferentes instrumentos anteriormente descritos para determinar cuáles de estos incluyen componentes relacionados con cambio climático, riesgo y estructura ecológica principal. De esta manera se puede comprender la vulnerabilidad de cada municipio desde el enfoque de la planificación y el ordenamiento territorial. Como resultado de lo anterior se observa que los elementos de cambio climático desde los instrumentos de planificación están incluidos en el Distrito Capital el municipio de Girardot y de manera parcial el municipio de Chía (lo anterior no implica que haya otros municipios que estén trabajando el tema dentro de su gestión, planes de desarrollo o fuera del marco de sus POT).

Por otro lado, los que presentan elementos relacionados con riesgo son el Distrito Capital y los municipios de La Calera, Fusagasugá; de manera parcial Soacha, Chía y Nemocón; y de manera referencial el municipio de Tenjo. Por último aquellos incluyen la estructura ecológica principal en los instrumentos de ordenamiento territorial el Distrito Capital y los municipios de Zipaquirá y de manera parcial Girardot, Fusagasugá, La Calera y Nemocón. Es importante resaltar que el presente análisis se realizó para los municipios que explícitamente en sus instrumentos de planificación territorial incluyen elementos de estructura ecológica principal. Lo anterior no es excluyente o no quiere decir que haya municipios que trabajen el tema, dentro de su gestión, planes de desarrollo o fuera de los instrumentos de planificación territorial como lo reflejan otros estudios como el de Remolina, 2010.

A continuación se resaltan los resultados relacionados con los principales instrumentos de planificación territorial. Estos evidencian una vulnerabilidad baja desde el marco de los instrumentos de planificación del territorio teniendo en cuenta, como se detalla más adelante, que la gran mayoría de los instrumentos de planificación mencionados, incluyen elementos relacionados con la adaptación al cambio climático.

Lo anterior cobra relevancia al tener en cuenta que los instrumentos de planificación son los mecanismos de direccionamiento que tienen los municipios y los distritos en el corto, mediano y largo plazo respecto a su ordenamiento territorial. La figura 72 señala los POMCAS –Planes de Manejo y Ordenamiento de una Cuenca– actuales que existen en el departamento de Cundinamarca, la importancia de ellos radica en la planeación que se hace sobre el uso y el manejo de los recursos naturales renovables como lo son la estructura físico-biótica de la cuenca. En este orden de ideas el POMCA se convierte en un instrumento rector de los demás instrumentos de planificación y ordenamiento territorial. Los actuales municipios con POMCA en el Departamento de Cundinamarca son los siguientes:

- POMCA Garagoa - Macheta: Macheta, Manta, Tibirita y Villapinzón.
- POMCA río Bogotá: Villapinzón, Choconta, Suesca, Sesquile, Guatavita, Nemocon, Tausa, Sesquile, Guatavita, Gachancipa, Cogua, Tocancipa, Zipaquira, Sopo, Cajica, Tabio, Subachoque, Chía, Tenjo, El Rosal, Cota, La Calera, Funza, Madrid, Facatativa, Mosquera, Anolaima, Zipacón Bojacá, San Antonio del Tequendama, Soacha, Sibate, Granada, El Colegio, La Mesa, Anapoima, Apulo, Viota, Tocaima, Agua de Dios, Girardot y Ricaurte.
- Río Negro: Pacho, Supata, San Francisco, La Vega, Sasaima, Alban, Guayabal de Siquima, Bituima, Villeta, Nocaima, Vergara, Villa Gómez, El Peñon, Nimaima, Quebrada Negra, Guaduas, Utica, La Pena, Topaipi, La Palma, Caparrapi, Yacopi y Puerto Salgar, y el Distrito Capital.
- Ubaté-Suárez: Guacheta, Fuquene, Susa y Simijaca.

En la figura 73, se señala el instrumento territorial de ordenamiento que tiene cada municipio. De acuerdo a la Ley 388 de 1997 “Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras disposiciones.” en su artículo 9 señala que el Plan de Ordenamiento territorial es “el conjunto de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas adoptadas para orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo.” Seguido a ello define los tres tipos de plan a saber:

- Plan Básico de Ordenamiento Territorial –PBOT-: elaborados y adoptado por las autoridades municipales con población entre 30.000 y 100.000 habitantes.
- Esquema de Ordenamiento Territorial –EOT-: elaborados y adoptados por las autoridades municipios con población inferior a los 30.000 habitantes
- Plan de Ordenamiento Territorial –POT-: elaborados y adoptados por las autoridades distritales y municipales con población superior a los 100.000 habitantes.

La vigencia de cada PBOT, EOT y POT es de tres periodos constitucionales administrativos. Esto implica que muchos municipios aún están en revisiones técnicas de su instrumento de ordenamiento y aún no han sido aprobadas las actualizaciones pertinentes. Situación contraria al Distrito Capital, que en el año 2013 aprobó el nuevo POT por decreto. Por lo tanto, si bien algunos municipios no manejan temas de cambio climático en su respectivo instrumento, no necesariamente significa que no lo estén trabajando en sus planes de desarrollo o políticas propias.

En las figuras siguientes (74-76) se analiza si estos POT, como unidad de planificación más significativa, incluyen elementos relacionados con cambio climático, riesgo o estructura ecológica principal. Estos elementos se analizan teniendo en cuenta que si efectivamente desde los instrumentos de planificación territorial se incluyen, es evidencia contundente de una buena capacidad de respuesta política desde la planificación territorial (lo cual disminuiría la vulnerabilidad). Sin embargo se encontró que la capacidad de respuesta del territorio en este aspecto es realmente baja, teniendo en cuenta que la gran minoría de los municipios del territorio menciona o incluyen estos elementos como se puede detallar en cada una de las figuras. Por ello se puede afirmar como gran conclusión que la vulnerabilidad es alta desde punto de vista de la poca capacidad de respuesta que existe desde los instrumentos de planificación territorial aquí analizados.

La figura 74 es el resultado de aquellos municipios que tienen como instrumento de planificación un Plan de Ordenamiento Territorial –POT–. Esta señala que solo el Distrito Capital, el municipio de Girardot, y de manera parcial el de Chía, incluyen de manera explícita el componente de cambio climático en sus POT. Lo anterior permite analizar que a nivel institucional, normativo e instrumental, la mayoría de los municipios que tienen POT llegarían a presentar limitaciones en la toma de decisiones y una baja capacidad de respuesta que concierne al tema de cambio climático. Sin embargo, tal como se mencionó al comienzo de este apartado, varios municipios no han adoptado aún su nuevo plan de ordenamiento territorial.

La figura 75 señala que hay pocos municipios que en sus instrumentos de planificación denotan gran importancia a la estructura ecológica principal. Empero, sigue siendo un mínimo porcentaje frente al total de los municipios del departamento. Tal situación permite analizar que existe un poca capacidad de respuesta en la mayoría de los municipios puesto que, si desde la normatividad no protegen su estructura ecológica principal, pueden llegar a ser susceptibles frente a transformaciones en el territorio. Desde este punto de vista la vulnerabilidad del territorio también es alta.

La figura 76 muestra que el riesgo no ha sido, hasta el momento, un tema de gran importancia para el ordenamiento y la planificación del crecimiento de varios municipios que tienen POT. Dentro de los municipios que consideran este tema dentro de sus instrumentos de planificación están Guatavita, Tausa, Cogua, Guasca y Sesquilé, Tenjo, Chía, La Calera, Soacha Fusagasugá y el Distrito Capital (GEF, 2013). En este orden de ideas, los municipios presentan un mayor riesgo en la medida en que los tomadores de decisiones tienden a actuar de manera más reactiva que preventiva.

Los resultados generales del ejercicio permiten concluir que la vulnerabilidad de los municipios desde sus instrumentos de planificación es alta porque no se encontró evidencia o tendencia significativa a trabajar los temas asociados con la adaptación al cambio climático desde la planificación territorial en el Departamento de Cundinamarca. Lo interesante de este ejercicio es que desde los instrumentos de planificación se identifica una oportunidad de trabajo en pro de la adaptación al cambio climático, puesto que estos pueden constituir una medida de adaptación blanda y de largo plazo, que ayudarían desde lo política, lo social y lo económico a construir un ordenamiento ambiental del territorio que incluya desde su concepción componentes de vulnerabilidad, riesgo y por consiguiente medidas de adaptación.

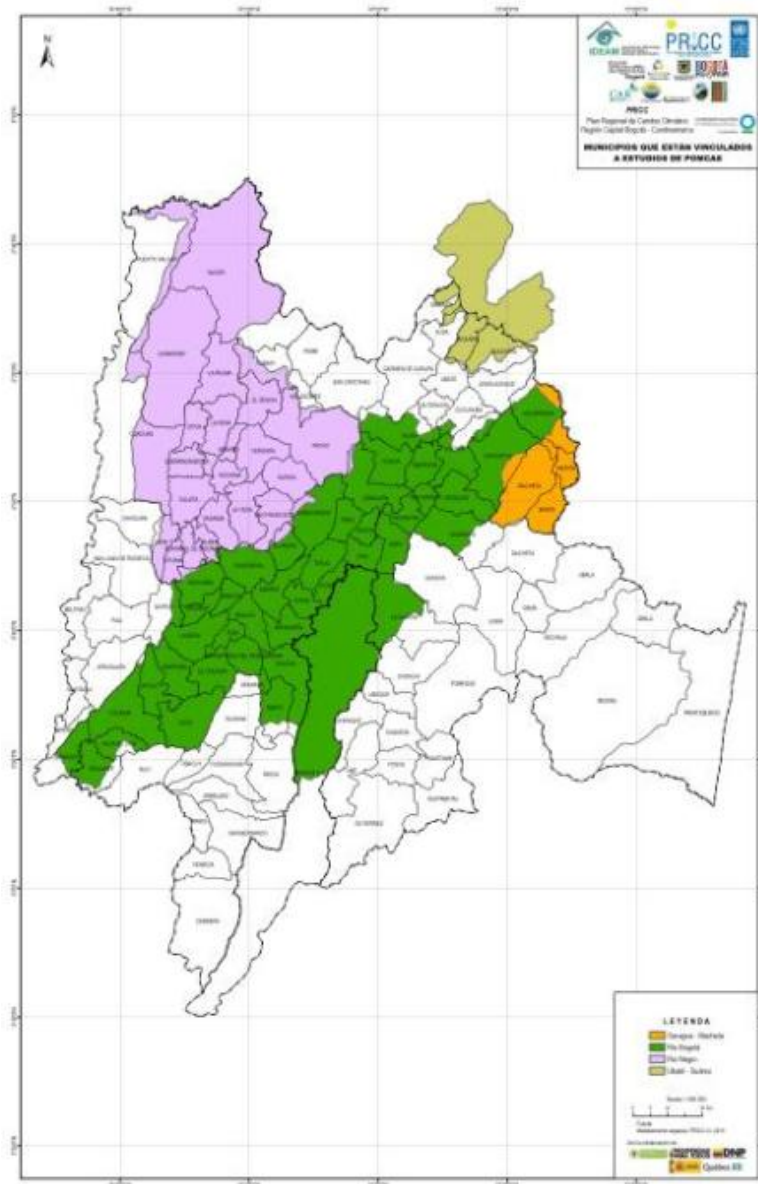


Figura 92. Municipios que están vinculados a estudios de POMCAS. Fuente: POMCAS existentes para el Departamento de Cundinamarca.

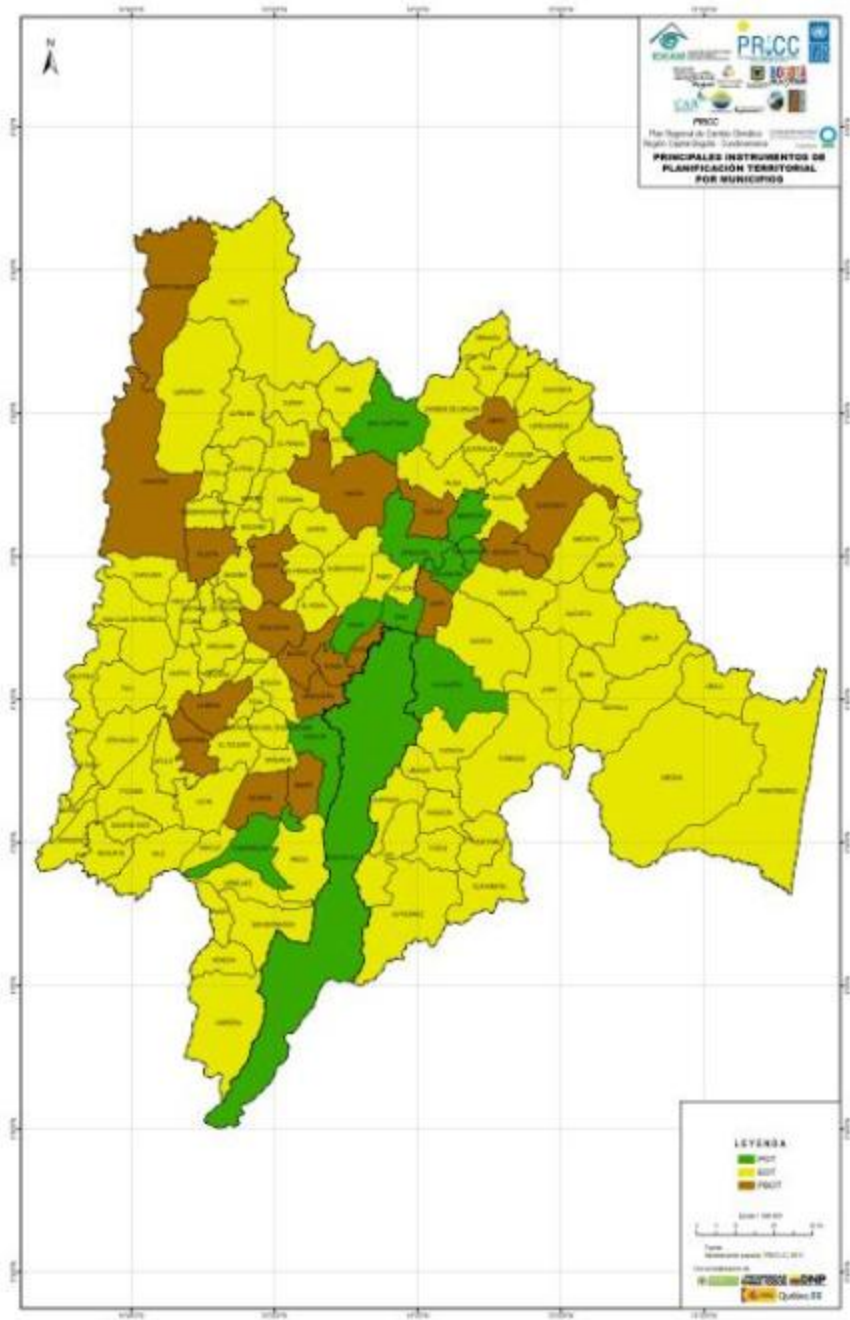


Figura 93. Principales instrumentos de Planificación Territorial por municipio. Fuente: POTs, EOTs y PBOTs.

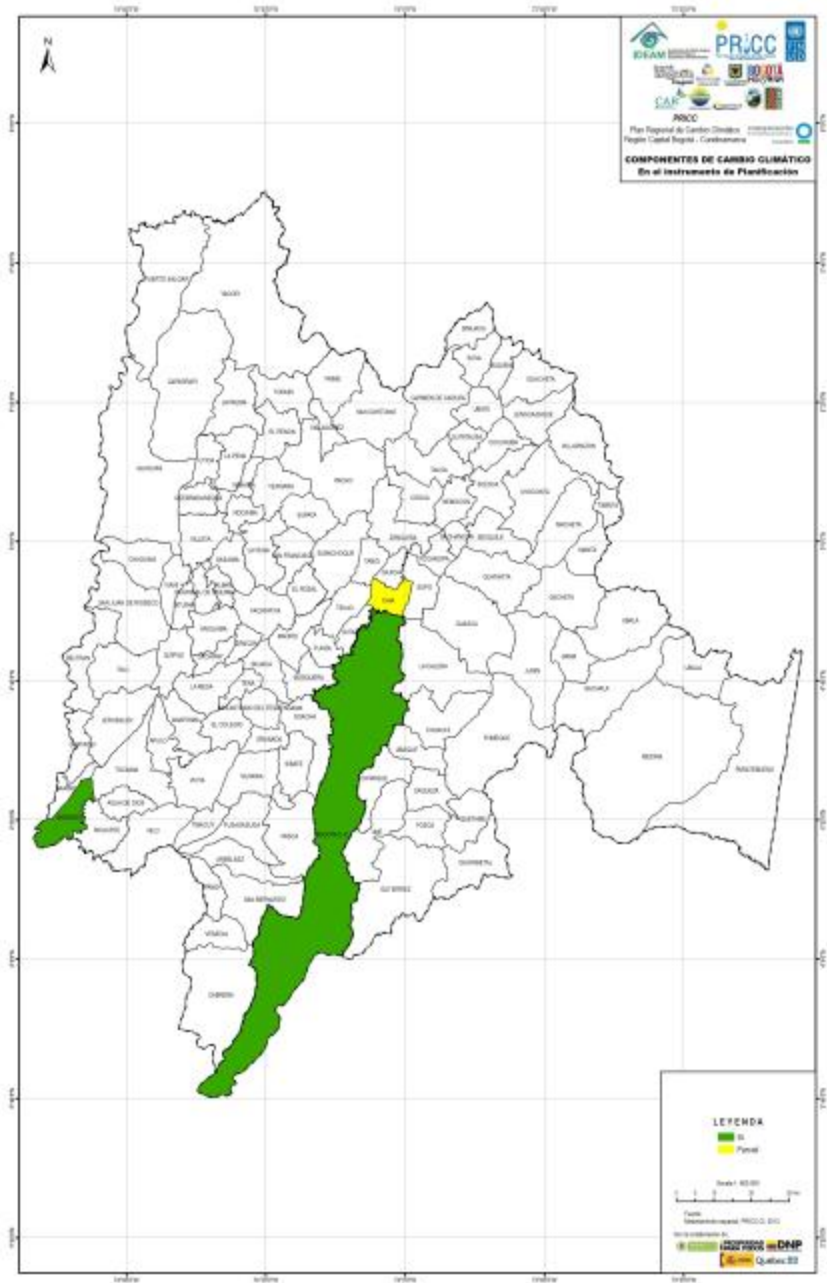


Figura 94. Componentes de cambio climático en el instrumento de planificación. Fuente: POTs, EOTs y PBOTs.

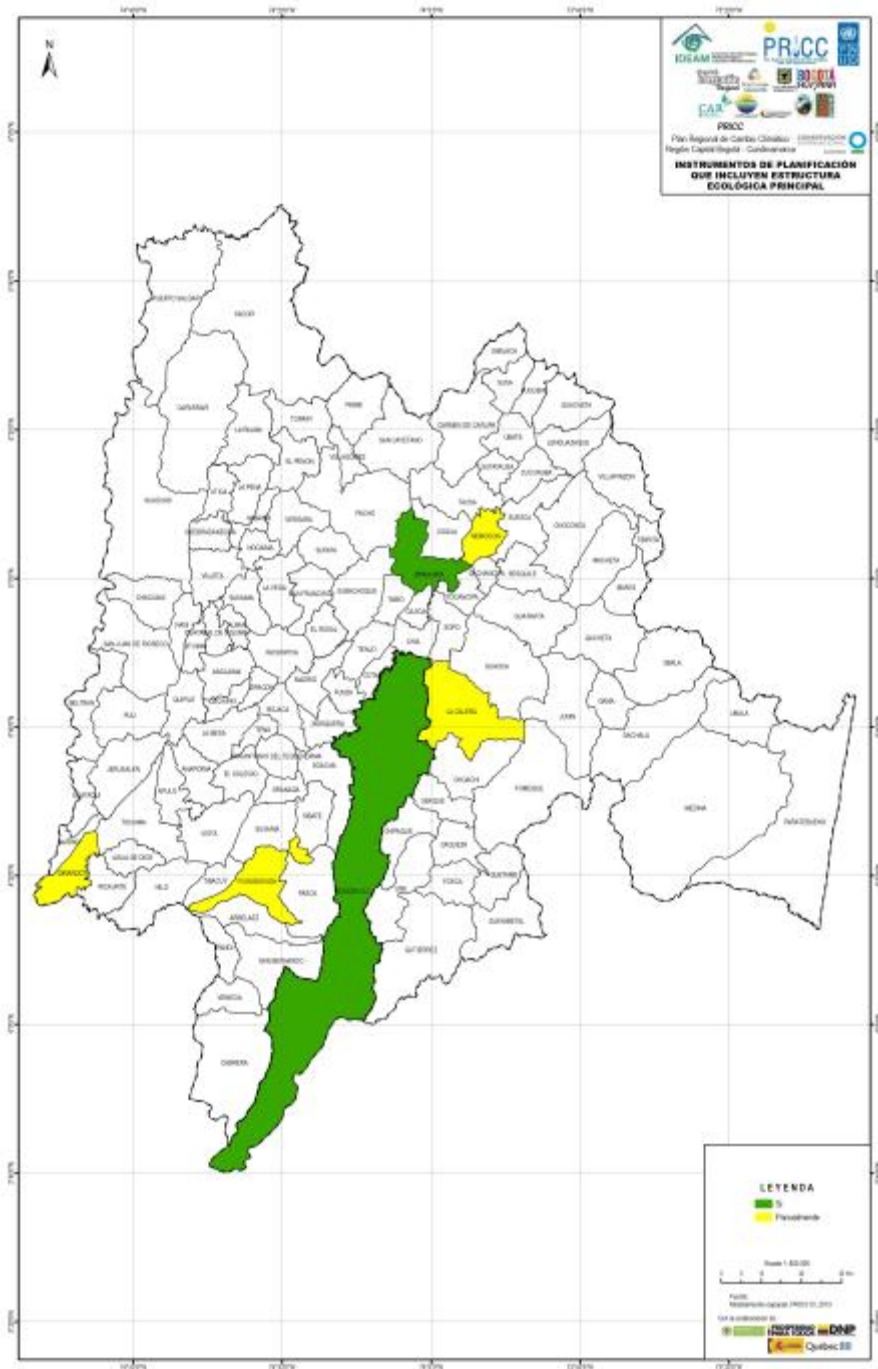


Figura 95. Instrumentos de Planificación que incluyen Estructura Ecológica Principal. Fuente: POTs, EOTs y PBOTs.

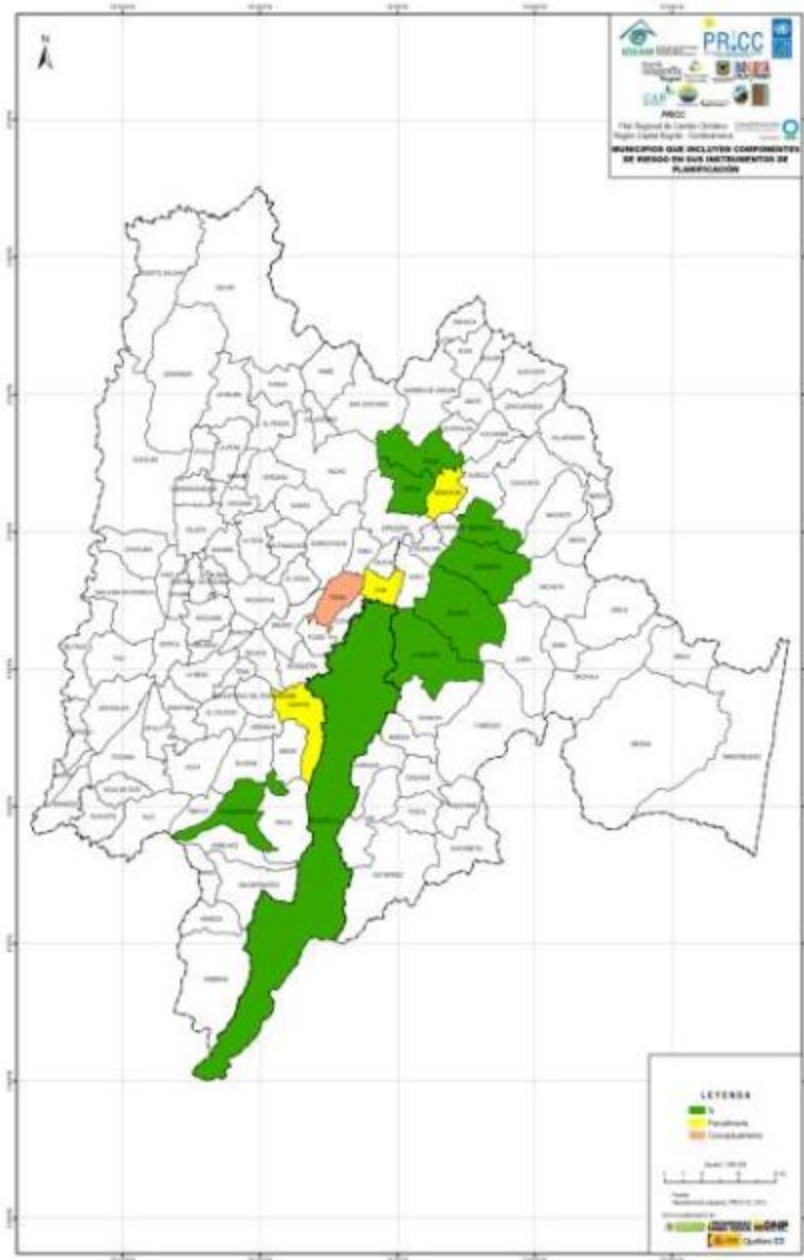


Figura 81. Municipios que incluyen componentes de riesgo en sus instrumentos de planificación.
Fuente: Fuente: POTs, EOTs y PBOTs.

36. BIBLIOGRAFÍA

Benito B, Peñas J (2007). Aplicación de modelos de distribución de especies a la conservación de la biodiversidad en el sureste de la Península Ibérica.

DANE, (2009) Metodología proyecciones de población y estudios demográficos. PPED. Dirección de censos y demografía. Bogotá.

DANE. 2012. Codificación de la División Político Administrativa (DIVIPOLA)». DANE. Consultado el 12 de mayo de 2012.

Dormann, C.F., Elith, J, Bacher, S., Buchmann, C.M., Carl, G., Carré, G., Diekötter, T., Marquéz, J.R.G., Gruber, B., Lafourcade, B., Leitão, P.J., Münkemüller, T., McClean, C., Osborne, P., Reineking, B., Schröder, B., Skidmore, A., Zurell, D. & Lautenbach, S. 2013. Collinearity: a review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography*, 36, 27-46

Elith, J., Graham, C. H., Anderson, R. P., Dudik M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, R. J., Huettmann, F., Leathwick, J. R., Lehmann, A., Li, J., Lohmann, L. G., Loiselle, B. A., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., Overton, J. M. M., Peterson, A. T., Phillips, S. J., Richardson, K., Scachetti-Pereira, R., Schapire, R. E., Soberón, J., Williams, S., Wisz, M. S., Zimmermann, N. E., 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography* 29, 129–151

Elith J., M. Kearney M., and S. Phillips, 2010. The art of modelling range-shifting species. *Methods in Ecology and Evolution* 1:330-342

Elton C., 1927. *Animal Ecology*. Segdwick and Jackson. London.

Espejo, J. (2013) INFORME FINAL. Consolidación de escenarios de variabilidad y cambio climático en la región capital, Bogotá-Cundinamarca. PRICC, Plan Regional Integral de Cambio Climático.

Etter, A., C. McAlpine and H. Possingham 2008. A historical analysis of the spatial and temporal drivers of landscape change in Colombia since 1500. *Annals of the American Association of Geographers* 98 (1): 2-23 (Mapa de Ecosistemas Potenciales)

Fielding, A. H., Bell, J. F., 1997. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation* 24, 38–49

FROST, DARREL R. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 5.5 (31 January, 2011). Electronic Database accessible at: 2011. <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/> American Museum of Natural History, New York, USA.

Furness RW, Greenwood JJD, Jarvis PJ, Lehr Brisbin I, Ormerod SJ, Tyler SJ, Montevecchi WA, Baillie SR, Crick HQP, Marchant JH and Peach WJ 1993. *Birds as Monitors of Environmental Changes*. Chapman and Hall, London, UK

Gobernación de Cundinamarca, 2011. *Eestadísticas agropecuarias*. Secretaría de Planeación. Bogotá.

Gaston, K.J. and Blackburn, T.M. 2000. *Pattern and Process in Macroecology*. Oxford: Blackwell Science.

Grajales F., 2013a] Grajales F., 2013. *Análisis de índices de Extremos Climáticos mediante RCLimdex y Stardex*. Proyecto PRICC, región Capital Bogotá-Cundinamarca.

Enero de 2013.

Grinnell J., 1917. The niche-relationships of the California Thrasher. *Auk*, 34:427–433

HIJMANS, R. J., S. E. CAMERON, J. L. PARRA, P. JONES & A. JARVIS. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965–1978. 2005.

GEF, 2013. *Adaptation to Climate impacts in Water Regulation and Supply for the Area Chingaza – Sumapaz – Guerrero*. <http://www.thegef.org/gef/sccf>

Grubb, P. J. (1977) Control of Forest Growth and Distribution on Wet Tropical Mountains: with Special Reference to Mineral Nutrition. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 8(1), 83–107.

Herzog K, Martinez R, Jørgensen, M. Rodney S. Tiessen, H. 2012. *Cambio Climático y Biodiversidad en los Andes Tropicales*. Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI), São José dos Campos, y Comité Científico sobre Problemas del Medio Ambiente (SCOPE), Paris 426 pp. ISBN: 978-85-99875-06-3.

Hijmans, R.J., S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones and A. Jarvis, (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. http://www.worldclim.org/worldclim_IJC.pdf

Hutchinson, M (1998). Interpolation of Rainfall Data with Thin Plate Smoothing Splines - Part II: Analysis of Topographic Dependence. *Journal of Geographic Information and Decision Analysis*, vol. 2, no. 2, pp. 139-151, 1998

Hutchinson E.G., 1978. Erratum: An introduction to population ecology. *Science*, 202(4374):1269.

Hutchinson G.E., 1957. Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symp. Q. Biol.*, 22:415-427.

IDEAM (2011) Estudio Nacional del Agua. República de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios Ambientales, IDEAM.

IDEAM, IGAC, DANE (2011) Memoria Técnica. Evaluación, análisis y seguimiento a las Afectaciones por inundaciones asociadas al Fenómeno de la Niña 2010 – 2011. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, (IDEAM), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

IDEAM, SINCHI, IAvH, IIAP, INVEMAR (2002) Sistema de Información Ambiental de Colombia - SIAC-. Primera Generación de Indicadores de la Línea Base de la Información Ambiental de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, (IDEAM), Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi (SINCHI), Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Instituto de Investigaciones del Pacífico (IIAP), Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andreis (INVEMAR).

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI (IGAC). Diccionario Geográfico de Colombia. Tercera Ed. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1996.

IGAC (2001) Mapa de Erosión de las tierras en Colombia. Subdirección de Agrología. Bogotá D.C.

IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 06 September 2012.

Johnston, K.; Ver Hoef, J. M.; Krivoruchko, K. and Lucas, N. (2001). Using ArcGIS geostatistical analyst. ESRI, pp. 113

Kearney M., 2006. Habitat, environment and niche: What are we modeling. *Oikos*, 115(1):186–191.

LandScan (2011) Global Population Project. The LandScan 2011 CD-ROM was developed by ORNL for the United States Department of Defense. For more information, please contact: Marie L. Urban. Geographic Information Science and Technology Group. Oak Ridge National Laboratory.

LYNCH, J. D. 1999. Ranas pequeñas, la geometría de evolución, y la especiación en los Andes colombianas. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 23: 143-159.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, & WWF COLOMBIA. Plan Nacional de las Especies Migratorias: Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Primera Edición, Bogotá, D. C. Disponible en www.minambiente.gov.co o www.wwf.org.co. 2009.

MAVDT, IDEAM (2007) Análisis, Diagnóstico y Elaboración del mapa de susceptibilidad a los incendios forestales y de la cobertura vegetal en Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

MORENO, M. I. Aves migratorias. *Conservación Colombiana*. 11:9-25. 2009.

Mulligan, M. (2012) WaterWorld: a self-parameterising, physically-based model for application in data-poor but problem-rich environments globally. Submitted. *Hydrology Research*.

Newton, I. 2003. The speciation and biogeography of birds. London & San Diego: Academic Press. 700 pp

Pearson, R. G., Raxworthy, C. J., Nakamura, M., Townsend Peterson, A., 2007. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography* 34, 102–117

Phillips, S. J., Anderson, R. P., Schapire, R. E., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190, 231–259

Quantum GIS Development Team (2013). Quantum GIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>

Remsen, J. V., jr., C. D. Cadena, a. Jaramillo, M. Nores, J. F. Pacheco, J. Pérez-emán, M. B. Robbins, F. G. Stiles, d. F. Stotz, and k. J. Zimmer. Version [2012]. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>

Ruiz, M. J. F (2010) Nota Técnica del IDEAM sobre CAMBIO CLIMÁTICO EN TEMPERATURA, PRECIPITACION Y HUMEDAD RELATIVA PARA COLOMBIA USANDO MODELOS METEOROLÓGICOS DE ALTA RESOLUCION (PANORAMA 2011-2100).

Saenz, L. (2007) A detailed scientific analysis of the impact of land use change on water resource provision to Bogotá D.C. and implications for the development of PES schemes. [Online] Available at: http://www.ambiotek.com/fiesta/bogota/FIESTA_Bogota_final%20report.pdf.

Sáenz, L. and Mark, M. (2013) The role of tropical montane cloud forests on water inputs to tropical dams and implications of their continuing loss. Accepted: *International Journal of Ecosystem Services*.

Salaman, P., T. Donegan, D. Caro. Listado de Aves de Colombia 2009. *Conservación Colombiana* 8:1-89. 2009.

Singo, L.R, Kundu, J. O., Odiyo, J. O., Mathivha, F. I. and Nkuna, T. R., (2012). Flood Frequency Analysis of Annual Maximum Stream Flows for Luvuvhu River Catchment, Limpopo Province, South Africa.

Soberón J., 2007. Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species. *Ecology Letters*, 10(12): 1115–1123.

STILES, F.G. Las aves endémicas de Colombia. Pp. 378-385 en Chaves, M.E. & N. Arango (Eds.). Informe Nacional sobre el estado de la biodiversidad. Santa Fe de Bogotá, Instituto Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente, Tomo I. 1997.

Sua, S., Mateus, R.D., Vargas, J.C. (2004). Georreferenciación de registros biológicos y gacetero digital de localidades. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 69p.

Tabor, K. and Williams, J. W., (2010) Globally downscaled climate projections for assessing the conservation impacts of climate change. *Ecological Applications*, 20(2), 2010, pp. 554-565.

USGS (2006), "ASTER Digital Elevation Model" (<http://edcdaac.usgs.gov/aster/ast14dem.asp>: 14 de enero de 2008).

Whittaker, R.H. 1965. Dominance and diversity in land plant communities. *Science*, 147: 250-260.

Young, K. (2011). Andean geographies. Pp 348 en S. Herzog, P. Martinez, H. Jorgensen y H. Tiessen. 2011. *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes*. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE).

X. Lineamientos técnicos para la reducción de la vulnerabilidad y definición preliminar de las medidas de adaptación para el Cambio Climático en la Región Capital

Elaborado por: Conservación Internacional, Colombia

Ángela Andrade, Coordinadora Técnica

Leonardo Sáenz, Profesional Ecohidrólogo

Patricia Bejarano M., Profesional Urbano-Regional

Con el apoyo de:

José Ville Triana, Jairo Guerrero, Andrés Páez, Rocío Vega, Yolanda González

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	499
2. ENFOQUE GENERAL PARA EL DESARROLLO DEL PRODUCTO 7.....	499
3. VULNERABILIDAD INTEGRAL MUNICIPAL PARA LA REGIÓN BOGOTÁ – CUNDINAMARCA.....	500
4. LINEAMIENTOS PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO A TRAVÉS DE ALGUNAS OPCIONES DE ADAPTACIÓN	514
5. EXPOSICIÓN, VULNERABILIDAD Y POSIBLES ACCIONES DE ADAPTACIÓN PARA LA REGIÓN BOGOTÁ – CUNDINAMARCA.....	523

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. AMC entre calidad de agua y disponibilidad hídrica	501
Tabla 2. AMC entre mapa resultante de la tabla 1 y sensibilidad por regulación hídrica.....	502
Tabla 3. Combinatorias utilizadas para la estimación del mapa de vulnerabilidad integral municipal por exposiciones a incendios, remoción en masa y degradación de suelos.....	503
Tabla 4. AMC entre calidad de agua y disponibilidad hídrica para las localidades del Distrito Capital .	508
Tabla 5. AMC entre mapa resultante de la tabla 1 y sensibilidad por regulación hídrica.....	509
Tabla 6. Combinatorias utilizadas para la estimación del mapa de vulnerabilidad integral municipal por exposiciones a inundaciones, remoción en masa e incendios.....	511
Tabla 7. Matriz de decisión entre PIB e índice de desempeño fiscal.....	518
Tabla 8. Matriz de decisión entre IPM y nivel de educación	518
Tabla 9. Matriz de decisión entre los mapas resultantes de los análisis descritos en las tablas 7 y 8...	519

Tabla 10. Matriz de decisión para el cálculo de la capacidad de adaptación	521
----------------------------------------------------------------------------------	-----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vulnerabilidad integral por servicios hidrológicos.....	502
Figura 2. Mapa de vulnerabilidad integral municipal por exposiciones a inundaciones, remoción en masa y degradación de suelos	505
Figura 3. Vulnerabilidad por tamaño poblacional para el año 2050.	506
Figura 4. Vulnerabilidad integral total para el municipio de Cundinamarca	46
Figura 5. Vulnerabilidad integral por servicios hidrológicos.....	509
Figura 6. Mapa de vulnerabilidad integral en el Distrito Capital por exposiciones a incendios, remoción en masa y degradación de suelos.....	511
Figura 7. Vulnerabilidad por tamaño poblacional para el año 2050	512
Figura 8. Vulnerabilidad integral total para las localidades del Distrito Capital.....	47
Figura 9. PIB para Cundinamarca.....	515
Figura 10. Índice de desempeño fiscal. Fuente: CIDER, 2013.	516
Figura 11. IPM para Cundinamarca.....	517
Figura 12. Capacidad de adaptación.....	520
Figura 13. Capacidad de Adaptación para el Distrito Capital	521

37. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el plan de trabajo establecido en el marco del contrato 0000020123 suscrito entre CI y el PNUD, para realizar los análisis de la vulnerabilidad actual y futura a la variabilidad climática y al cambio climático de la región Bogotá-Cundinamarca, bajo un enfoque territorial, en el presente informe se exponen los resultados correspondientes al producto 7, referente a la definición de lineamientos técnicos para la reducción de la vulnerabilidad y definición preliminar de las medidas de adaptación al cambio climático en la Región Capital.

38. ENFOQUE GENERAL PARA EL DESARROLLO DEL PRODUCTO 7

De acuerdo con el plan de trabajo y la propuesta técnica, las actividades previstas en el desarrollo de estos productos son:

Producto 7: Un documento que contenga los lineamientos técnicos para la reducción de la vulnerabilidad y definición preliminar de las medidas de adaptación al cambio climático en la Región Capital.

Formulación de las medidas de adaptación para la región Bogotá Cundinamarca.

Verificación y análisis de sensibilidad de los beneficios de las actividades de adaptación y reducción de riesgo usando modelación eco-hidrológicos WaterWorld y Costing Nature.

Definición de las medidas de adaptación al cambio climático en la región Bogotá – Cundinamarca validadas por expertos y entidades públicas y privadas en el área

Este producto contiene una síntesis de la vulnerabilidad total para la región Bogotá-Cundinamarca, un análisis indicativo y de carácter general, posibles acciones de respuesta ante la vulnerabilidad, desde el marco de la Adaptación basada en Ecosistemas.

39. VULNERABILIDAD INTEGRAL MUNICIPAL PARA LA REGIÓN BOGOTÁ – CUNDINAMARCA

El análisis de vulnerabilidad total se basa en los resultados de los productos 5 y 6 A y B, los cuales incluyen el análisis de la vulnerabilidad ecosistémica, teniendo como base los modelos Eco-hidrológicos Water World, así como algunos indicadores de vulnerabilidad socio-económica que comprenden aspectos demográficos, económicos, infraestructura física y social, asentamientos humanos, entre otros.

39.1. Cundinamarca

Para estimar la vulnerabilidad total a nivel municipal para el Departamento de Cundinamarca, se realizaron mapas síntesis de vulnerabilidad por servicios ecosistémicos hidrológicos; por la población estimada para el año 2050 y por el impacto de las exposiciones a inundaciones, remoción en masa y degradación de suelos en el territorio. Para el caso del mapa síntesis de vulnerabilidad por servicios hidrológicos es importante aclarar que los datos municipales se estimaron a partir de estadísticas zonales utilizando los valores medios de cada variable utilizada y por lo tanto, las particularidades del comportamiento ecohidrológico quedan enmascaradas por la generalización estadística. Es por esta razón que se recomienda combinar la información municipal aquí presentada con los resultados específicos descritos en los productos 5 y 6 A y el subindicador 7 del producto 5 y 6 B.

Como se mencionó anteriormente, la vulnerabilidad integral total, se obtuvo a partir de las combinatorias de 3 mapas síntesis que se describen a continuación:

a. Mapa de vulnerabilidad integral municipal por servicios hidrológicos

A partir de estadísticas zonales se calculó el valor medio municipal para las variables relacionadas con disponibilidad de agua, regulación hídrica y calidad de agua, a partir de los resultados modelados y presentados en el producto 5 y A del presente estudio. A partir de los valores obtenidos se homologaron las categorías de cada variable con clases cualitativas de alto, medio y bajo, las cuales se combinaron mediante un análisis multicriterio (AMC) tal como se ilustra en las tablas 1 y 2. Las categorías cualitativas de cada variable por municipio se presentan en el Anexo 1.

Disponibilidad de agua a 2050	Calidad de agua a 2050					
	Aumento alta (Impacto bajo)	Aumento media (Impacto bajo)	Aumento baja (Impacto bajo)	Disminución baja (Impacto bajo)	Disminución media (Impacto medio)	Disminución alta (Impacto alto)
Aumento alto (Impacto bajo)	Baja	Baja	Baja	Baja	Media	Media
Aumento medio (Impacto medio)	Media	Media	Media	Media	Media	Alta
Aumento bajo (Impacto bajo)	Baja	Baja	Baja	Baja	Media	Media
Reducción baja (Impacto bajo)	Baja	Baja	Baja	Baja	Media	Media
Reducción media (Impacto medio)	Media	Media	Media	Media	Media	Alta
Reducción alta (Impacto alto)	Media	Media	Media	Media	Alta	Alta

Tabla 30. Matriz multicriterio entre los servicios hidrológicos de calidad de agua y disponibilidad hídrica, de acuerdo con las clases establecidas en el presente estudio (producto 5 y 6 B, indicador hidrológico).

El mapa resultante del anterior análisis, se combinó con el mapa de sensibilidad por regulación hídrica (tabla 2) para obtener el mapa de vulnerabilidad integral municipal por servicios hidrológicos.

Mapa resultante	Sensibilidad por regulación hídrica		
	Alta	Media	Baja
Alta	Alta	Alta	Media
Media	Alta	Media	Baja
Baja	Media	Media	Baja

Tabla 31. AMC entre mapa resultante de la tabla 1 y sensibilidad por regulación hídrica

El resultado espacial del análisis anterior se presenta en la figura 1.

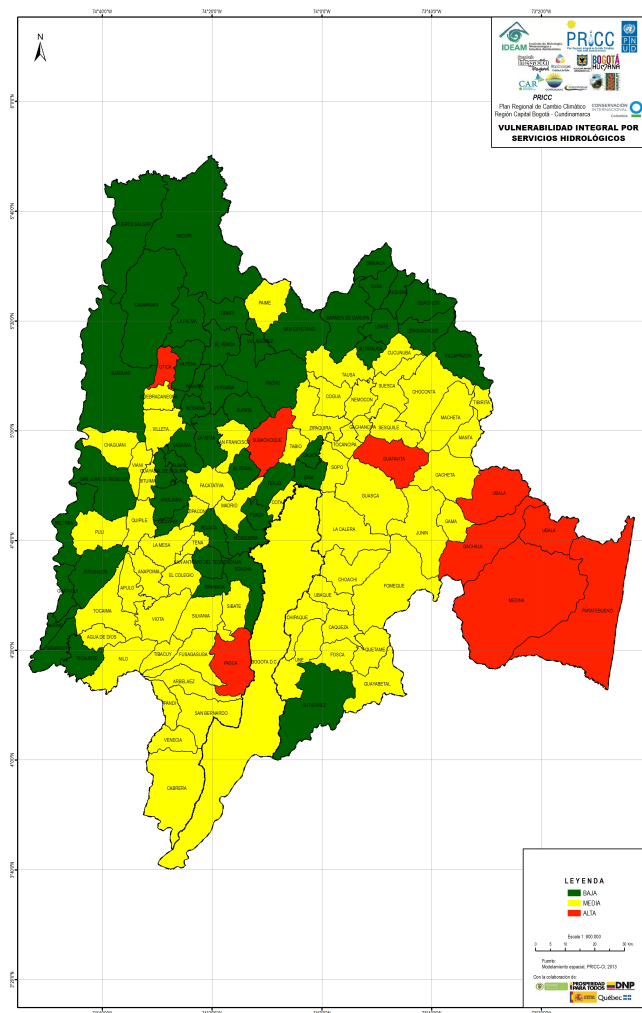


Figura 96. Vulnerabilidad integral por servicios hidrológicos. Fuente: elaborado en el presente estudio

b. Mapa de vulnerabilidad integral municipal por exposiciones a inundaciones, remoción en masa y degradación de suelos

Para la obtención de este mapa se generaron categorías municipales a partir de estadísticas zonales utilizando el promedio y se realizaron combinatorias para estimar la vulnerabilidad integral por las exposiciones analizadas, tal como se presenta en la tabla 3. Las categorías cualitativas para cada municipio se presentan en el Anexo 2.

Exposición a Inundaciones	Exposición a remoción en masa	Exposición a degradación suelos	Vulnerabilidad
Alta	Alta	Alta	Alta
Alta	Alta	Media	Alta
Media	Alta	Alta	Alta
Alta	Media	Alta	Alta
Alta	Alta	Baja	Media
Alta	Media	Baja	Media
Alta	Baja	Baja	Media
Alta	Baja	Media	Media
Alta	Alta	Null	Alta
Alta	Baja	Alta	Alta
Alta	Media	Null	Media
Media	Alta	Null	Media
Media	Media	Baja	Media
Media	Alta	Baja	Media
Media	Baja	Media	Media
Baja	Alta	Alta	Alta
Baja	Alta	Media	Media
Baja	Media	Media	Media
Baja	Baja	Null	Baja
Baja	Media	Null	Media

Exposición a Inundaciones	Exposición a remoción en masa	Exposición a degradación suelos	Vulnerabilidad
Baja	Media	Alta	Media
Baja	Baja	Alta	Media
Alta	Media	Media	Media
Media	Media	Alta	Media
Media	Media	Media	Media
Media	Alta	Media	Media
Media	Baja	Baja	Baja
Baja	Media	Baja	Baja
Baja	Baja	Media	Baja
Baja	Baja	Baja	Baja

Tabla 32. Combinatorias utilizadas para la estimación del mapa de vulnerabilidad integral municipal por exposiciones a incendios, remoción en masa y degradación de suelos

El resultado espacial del análisis anterior se presenta en la figura 2.

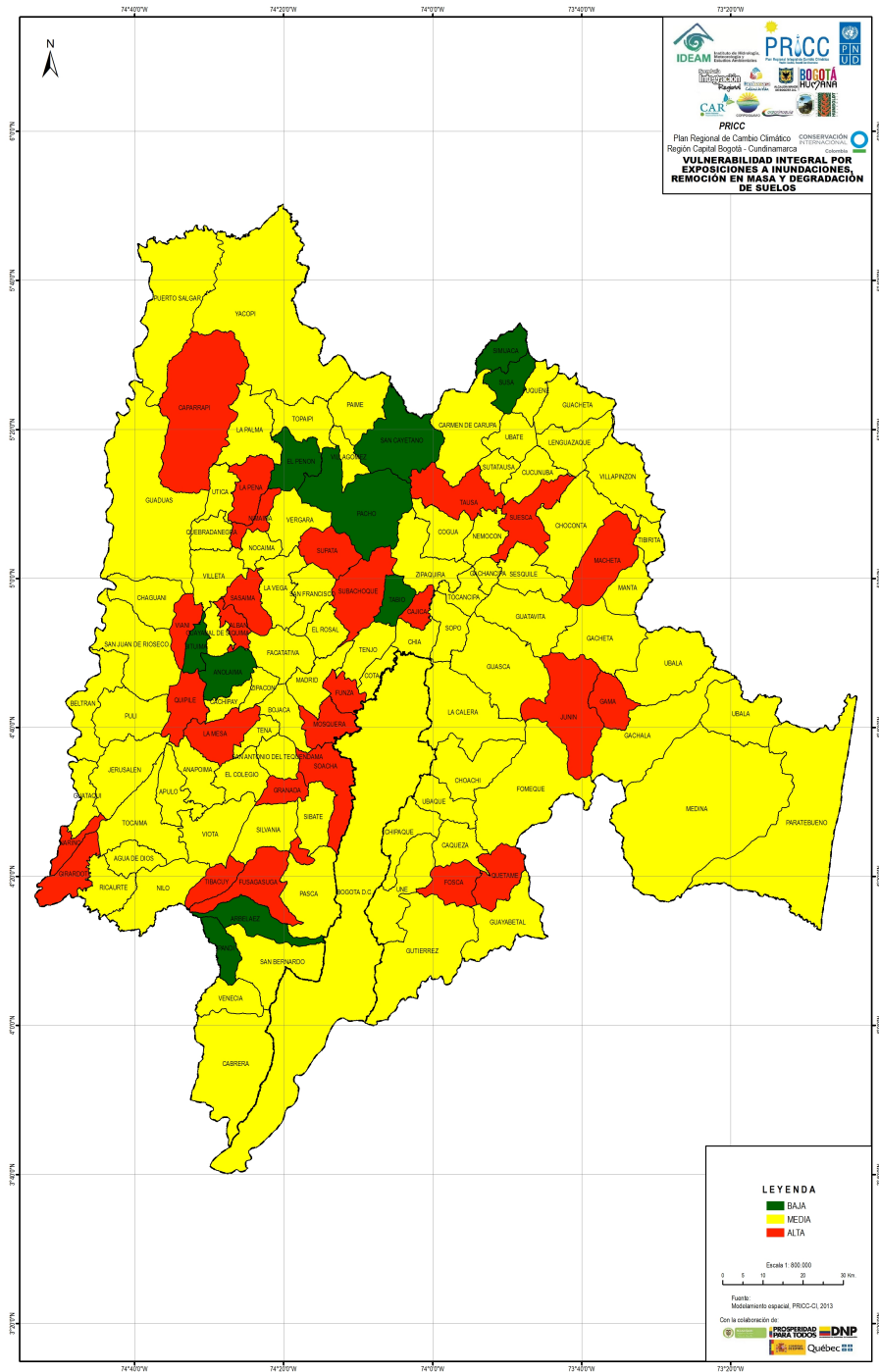


Figura 97. Mapa de vulnerabilidad integral municipal por exposiciones a inundaciones, remoción en masa y degradación de suelos. Fuente: elaborado en el presente estudio

c. Mapa de vulnerabilidad poblacional para el año 2050

A partir de las proyecciones estimadas para la población total municipal para el año 2050, se generaron 3 categorías cualitativas a partir de rangos determinados por umbrales naturales (*Jenks*

natural breaks). Los datos para cada municipio se presentan en el Anexo 2 y su representación espacial en la figura 3.

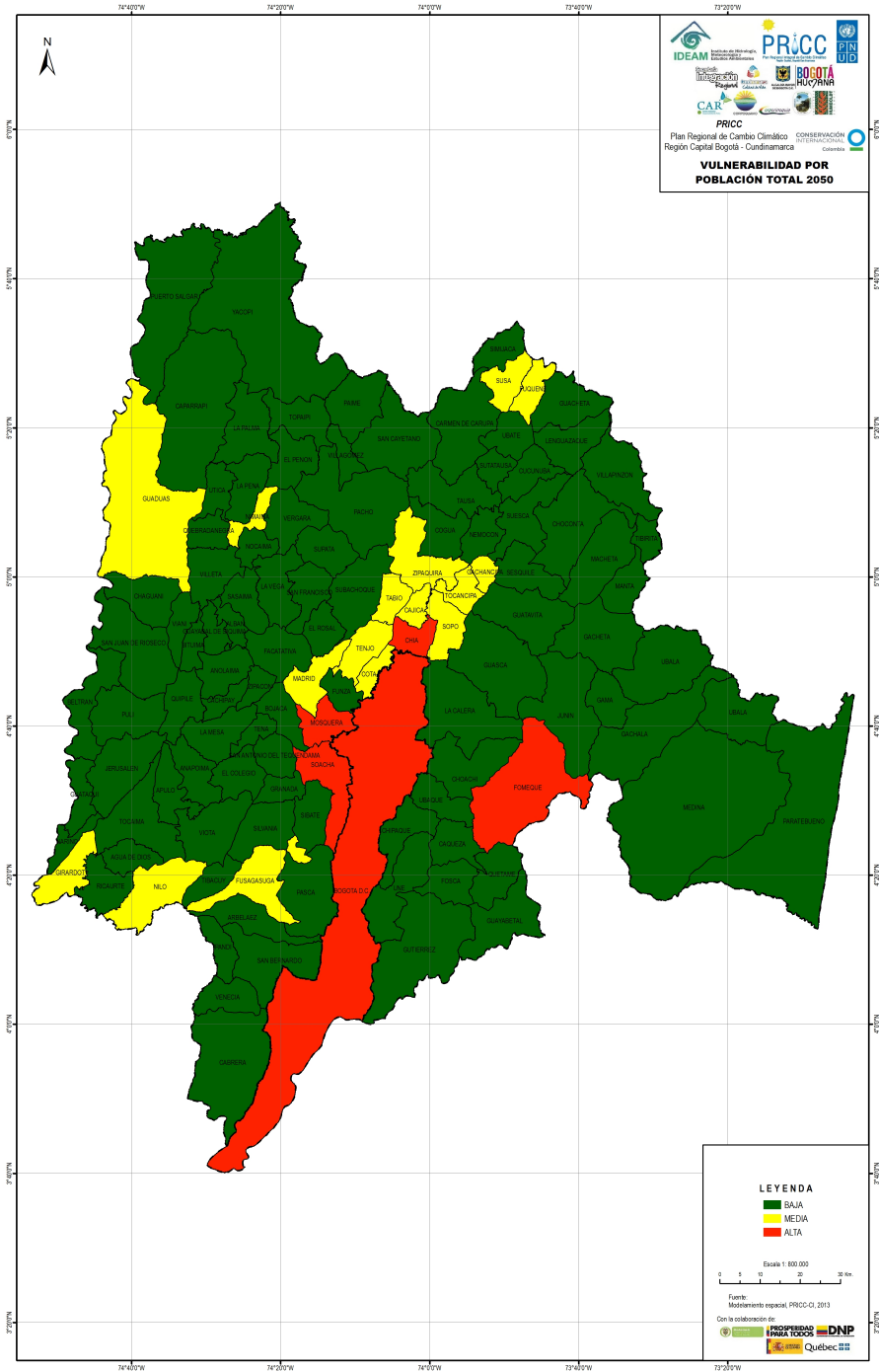


Figura 98. Vulnerabilidad por tamaño poblacional para el año 2050. . Fuente: elaborado en el presente estudio

Finalmente, la combinatoria de los mapas síntesis descritos anteriormente, resulta en la estimación de la vulnerabilidad integral para cada uno de los municipios del Departamento de Cundinamarca (figura 4). Como se puede apreciar, los municipios que son altamente vulnerables son Girardot, Soacha, Mosquera, Chía, Cajicá, Subachoque y Nimaima. Respecto al Distrito Capital, si bien en términos generales presenta vulnerabilidad media, las particularidades por localidad se presentan más adelante.

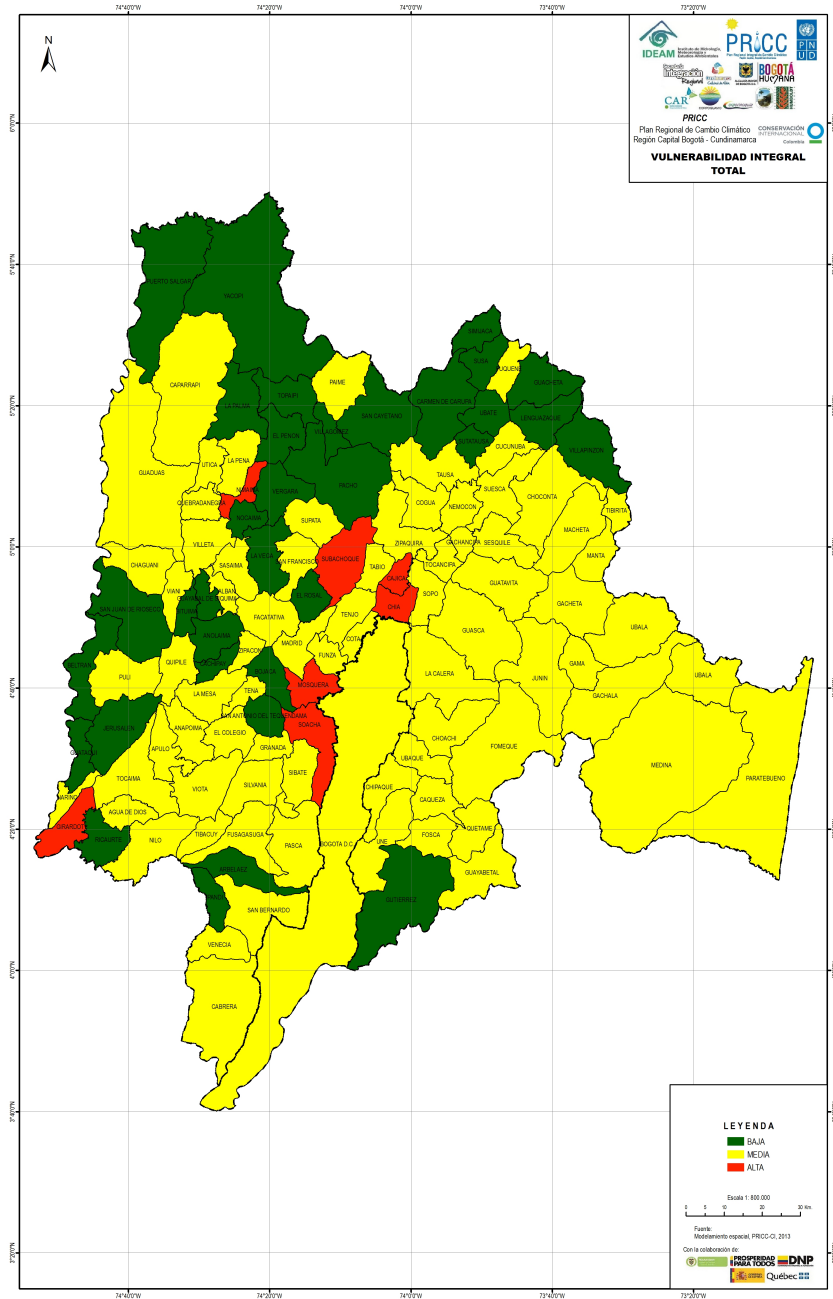


Figura 99. Vulnerabilidad integral total para los municipios del Departamento de Cundinamarca. . Fuente: elaborado en el presente estudio.

39.2. Distrito Capital

Para estimar la vulnerabilidad total a nivel de localidades para el Distrito Capital, se realizaron mapas síntesis de vulnerabilidad por servicios ecosistémicos hidrológicos; por población estimada para el año 2050 y por el impacto de las exposiciones a inundaciones, remoción en masa e incendios forestales. Para el caso del mapa síntesis de vulnerabilidad por servicios hidrológicos es importante aclarar que los datos para cada localidad se estimaron a partir de estadísticas zonales utilizando los valores medios de cada variable utilizada y por lo tanto, las particularidades del comportamiento ecohidrológico quedan enmascaradas por la generalización estadística realizada. Es por esta razón que se recomienda combinar la información aquí presentada con los resultados específicos descritos en los productos 5 y 6 A y el subindicador 7 del producto 5 y 6 B.

Como se mencionó anteriormente, la vulnerabilidad integral total, se obtuvo a partir de las combinatorias de 3 mapas síntesis que se describen a continuación:

a. Mapa de vulnerabilidad integral municipal por servicios hidrológicos

A partir de estadísticas zonales se calculó el valor medio por localidad para las variables relacionadas con disponibilidad de agua, regulación hídrica y calidad de agua. A partir de los valores obtenidos, se determinaron categorías cualitativas, las cuales se combinaron mediante un análisis multicriterio (AMC) tal como se ilustra en las tablas 4 y 5. Las categorías cualitativas para cada municipio se presentan en el Anexo 3.

Disponibilidad de agua	Calidad		
	Alta	Media	Baja
Alta	Baja	Baja	Media
Media	Baja	Media	Alta
Baja	Media	Alta	Alta

Tabla 33. Matriz multicriterio entre calidad de agua y disponibilidad hídrica para las localidades del Distrito Capital

El mapa resultante del anterior análisis, se combinó con el mapa de sensibilidad por regulación hídrica (tabla 5) para obtener el mapa de vulnerabilidad integral municipal por servicios hidrológicos.

Mapa resultante 1	Sensibilidad por regulación hídrica		
	Alta	Media	Baja
Alta	Alta	Alta	Media
Media	Alta	Media	Baja
Baja	Media	Media	Baja

Tabla 34. AMC entre mapa resultante de la tabla 1 y sensibilidad por regulación hídrica

El resultado espacial del análisis anterior se presenta en la figura 5.

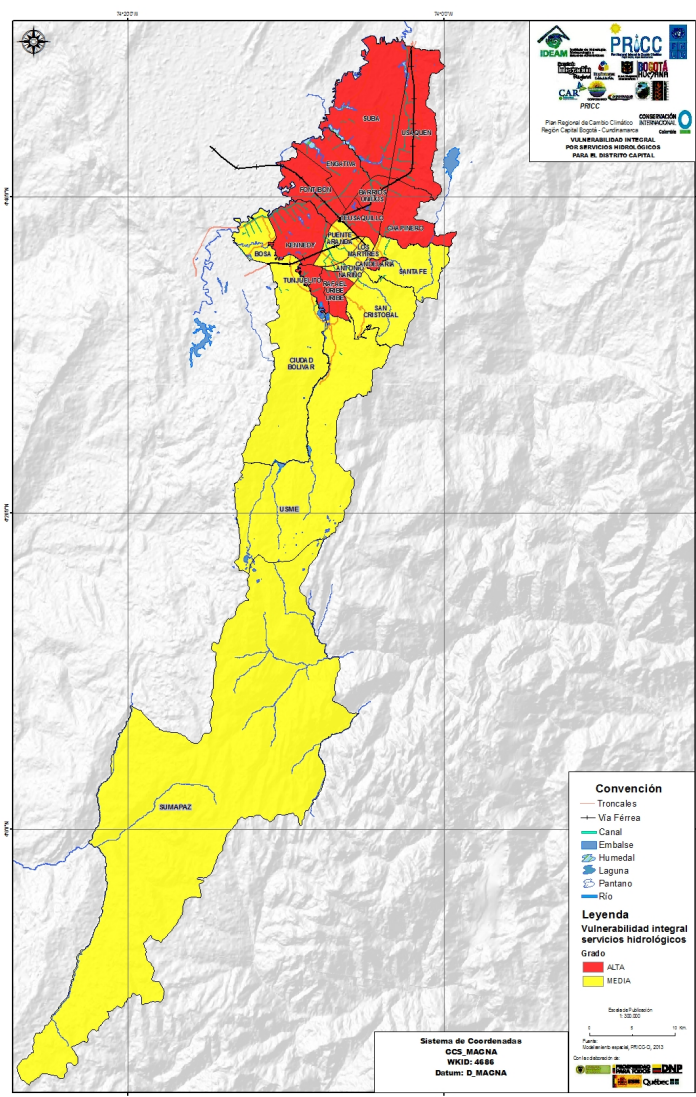


Figura 100. Vulnerabilidad integral por servicios hidrológicos para el Distrito Capital. Fuente: elaborado en el presente estudio

b. Mapa de vulnerabilidad integral municipal por exposiciones a inundaciones, remoción en masa e incendios

Para la obtención de este mapa se generaron categorías a partir de estadísticas zonales utilizando el promedio y se realizaron combinatorias para estimar la vulnerabilidad integral por las exposiciones analizadas, tal como se presenta en la tabla 6. Las categorías cualitativas para cada municipio se presentan en el Anexo 4.

LOCALIDAD	Exposición a Incendios	Exposición a Remoción en masa.	Exposición a Inundaciones	Vulnerabilidad
Antonio Nariño	Alta	Alta	Baja	Alta
Barrios Unidos	Alta	Alta	Baja	Alta
Bosa	Baja	Baja	Alta	Media
Candelaria	Baja	Baja	Media	Baja
Chapinero	Media	Media	Baja	Media
Ciudad Bolívar	Baja	Baja	Alta	Baja
Engativá	Baja	Baja	Baja	Baja
Fontibón	Baja	Media	Baja	Media
Kennedy	Baja	Baja	Alta	Media
Los Mártires	Baja	Baja	Baja	Baja
Puente Aranda	Media	Media	Baja	Media
Rafael Uribe Uribe	Baja	Baja	Alta	Media
San Cristóbal	Baja	Baja	Baja	Baja
Santa Fe	Baja	Baja	Alta	Media
Suba	Baja	Baja	Baja	Baja
Sumapaz	Baja	Baja	Baja	Baja
Teusaquillo	Baja	Media	Media	Media
Tunjuelito	Baja	Baja	Alta	Media
Usaquén	Baja	Alta	Media	Alta
Usme	Baja	Media	Media	Media

Tabla 35. Combinatorias utilizadas para la estimación del mapa de vulnerabilidad integral municipal por exposiciones a inundaciones, remoción en masa e incendios

El resultado espacial del análisis anterior se presenta en la figura 6.

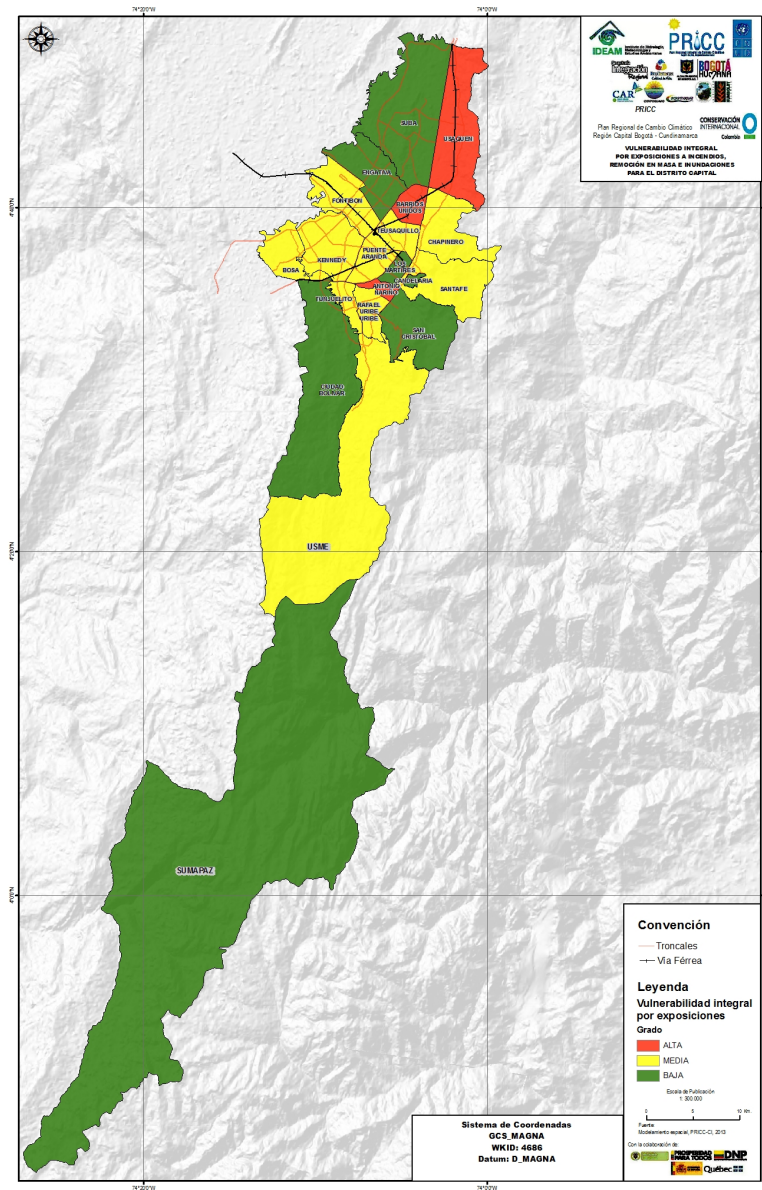


Figura 101. Mapa de vulnerabilidad integral en el Distrito Capital por exposiciones a incendios, remoción en masa e inundaciones. Fuente: Elaborado en el presente estudio.

c. Mapa de vulnerabilidad poblacional para el año 2050

A partir de las proyecciones estimadas para la población total municipal para el año 2050, se generaron 3 categorías cualitativas a partir de rangos determinados por umbrales naturales (*Jenks natural breaks*). Los datos para cada localidad se presentan en el Anexo 4 y su representación espacial en la figura 7.

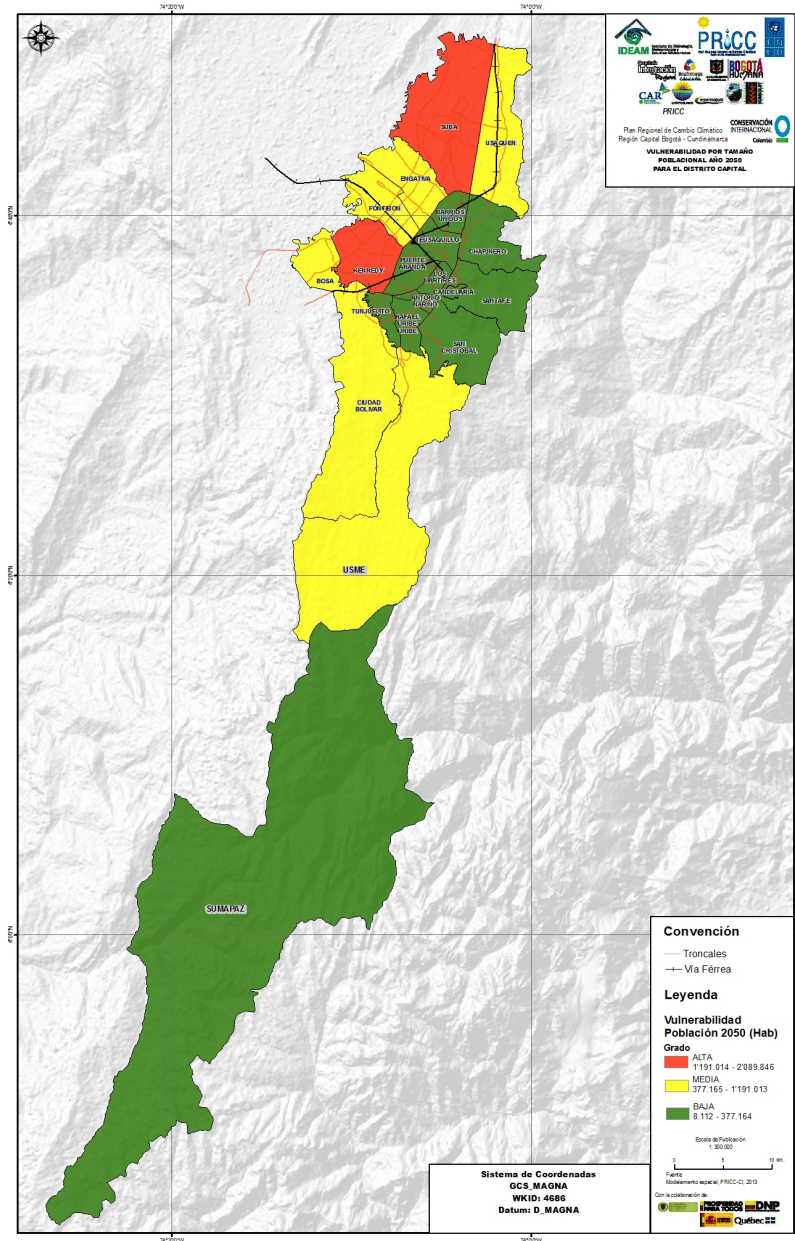


Figura 102. Vulnerabilidad por tamaño poblacional para el año 2050. Fuente: Elaborado en el presente estudio.

Finalmente, la combinatoria de los mapas síntesis descritos anteriormente, resulta en la estimación de la vulnerabilidad integral para las localidades del Distrito Capital (figura 8). Si bien en términos generales el Distrito Capital presenta vulnerabilidad media, las particularidades por localidad permiten establecer que Suba, Usaquén, Barrios Unidos y Kennedy son las de mayor vulnerabilidad.

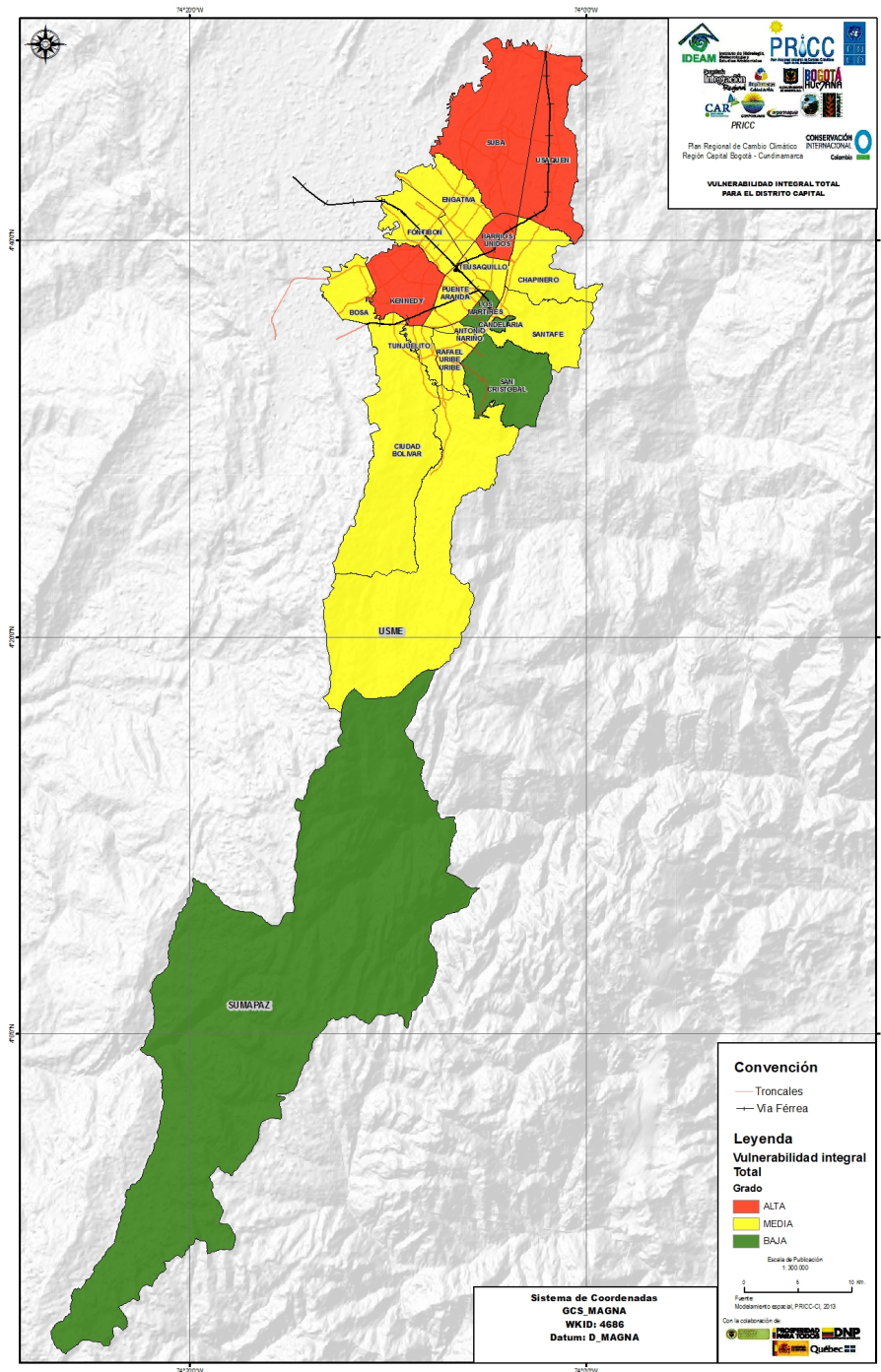


Figura 103. Vulnerabilidad integral total para las localidades del Distrito Capital. Fuente: Elaborado en el presente estudio.

40. LINEAMIENTOS PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO A TRAVÉS DE ALGUNAS OPCIONES DE ADAPTACIÓN

Las medidas de adaptación buscan disminuir la vulnerabilidad y enfrentar los impactos del cambio climático. Para tal efecto, se requiere de una evaluación detallada de la capacidad adaptativa del territorio, entendida como la posibilidad del sistema para responder al cambio climático, ya sean estos la variabilidad climática a los eventos extremos, utilizando herramientas para afrontar las influencias externas y reducir los posibles daños que genera el riesgo. En este sentido, la capacidad adaptativa es específica al contexto particular, y dependiente de las condiciones sociales, económicas, institucionales, culturales, y de la dinámica misma de los procesos socio-ecológicos.

La definición de la capacidad adaptativa en experiencias nacionales, tales como la 2ª Comunicación Nacional a la CMNUCC (IDEAM, 2009) o estudios detallados como el Programa de Integración de Ecosistemas y Adaptación al Cambio Climática (IDEAM, 2011), entre otros, tienen en cuenta una amplia participación de sectores del desarrollo y actores relevantes en el proceso, así como la validación de las comunidades mediante entrevistas y encuestas a expertos y representantes de la sociedad. En el caso del presente estudio, por limitaciones contractuales, estos aspectos no fueron desarrollados, y los análisis efectuados se basan únicamente en información secundaria. Se acordó que el Producto 7 contendría de manera general una propuesta de posibles acciones de adaptación basadas en los indicadores de vulnerabilidad, y en los resultados de otras consultorías desarrolladas en el marco del PRICC. A futuro, sería deseable que en otra fase del proyecto se desarrollen estos análisis a profundidad.

La Capacidad Adaptativa está dada por la capacidad del sistema para ajustarse al cambio climático, incluyendo variabilidad y extremos climáticos, para moderar daños potenciales, sacar ventaja de las oportunidades o enfrentar las consecuencias. (IPCC, 2007). Para el presente estudio, se considera la habilidad de respuesta a los principales impactos en el suministro de los servicios ecosistémicos hidrológicos básicos para el mantenimiento de la población actual y futura en la región Bogotá-Cundinamarca.

40.1. Capacidad de adaptación para Cundinamarca

Las variables consideradas para estimar la capacidad de adaptación son:

a. Disponibilidad de recursos financieros: Estimada mediante la capacidad económica productiva del municipio utilizando PIB. La espacialización de esta variable se realizó a partir de la categorización en 3 rangos utilizando umbrales naturales, tal como se presentó en el producto 5 y 6 B del presente contrato y que se ilustra nuevamente en la figura 9.

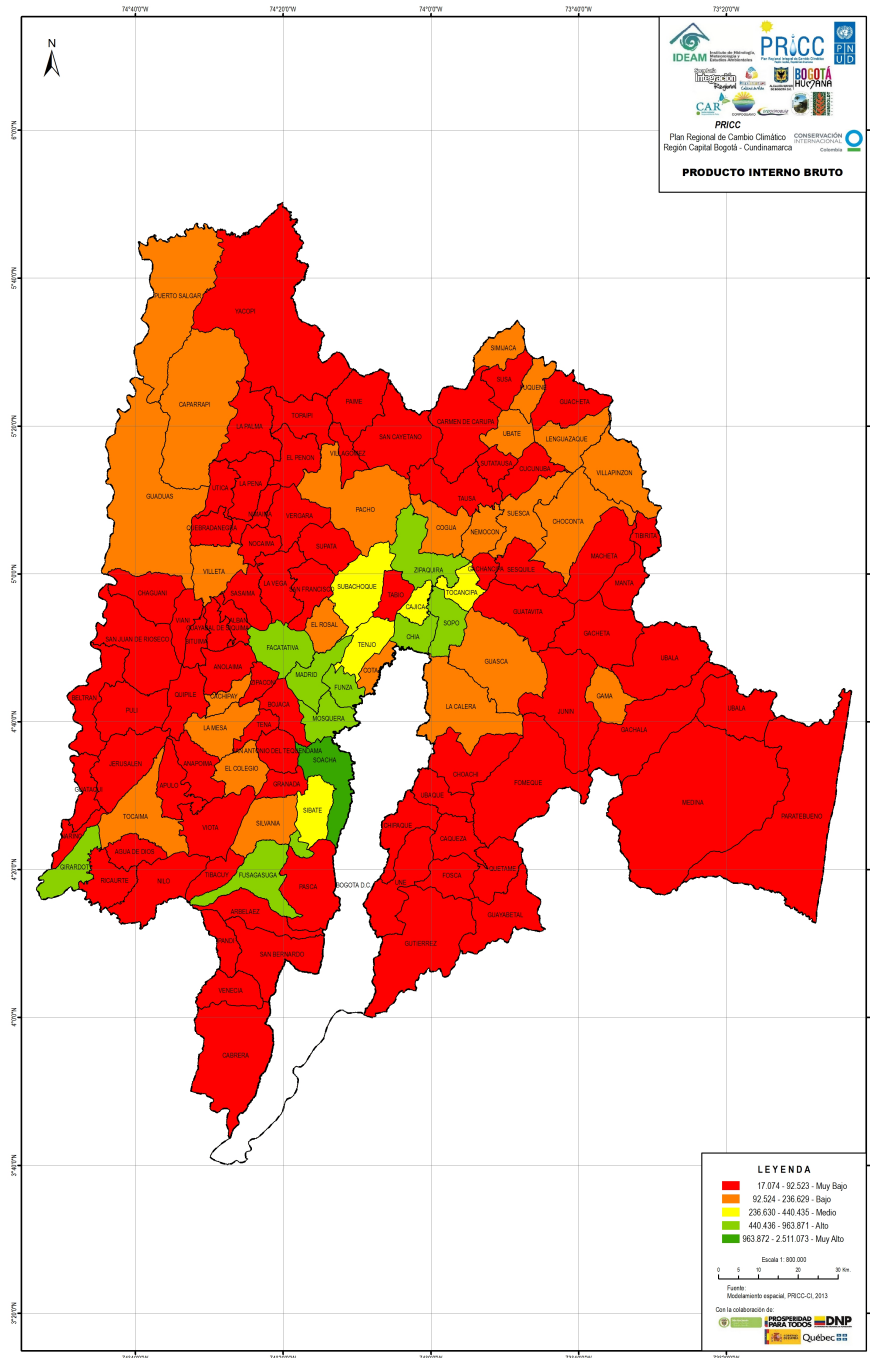
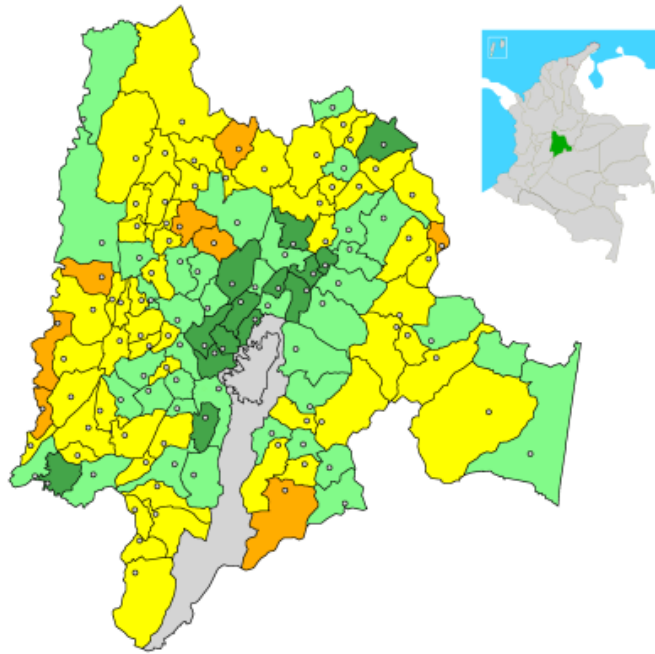


Figura 104. PIB para Cundinamarca. Clases establecidas en el presente estudio (producto 5 y 6 B)

b. Índice de desempeño fiscal (CIDER, 2013). Este índice es tomado del estudio del CIDER (2013) específicamente del entregable 4 denominado “análisis de la vulnerabilidad institucional para afrontar retos de la región capital en cambio climático y análisis de los efectos de la implementación de los instrumentos de política sobre la vulnerabilidad de la región”. Las 5 clases definidas en dicho estudio se reclasificaron así y su representación espacial se presenta en la figura 10:

Solvente	Muy alta
Sostenible	Alta
Vulnerable	Media
Riesgo	Baja
Deterioro	Muy baja



Rangos del Desempeño fiscal	Número de Municipios
Solvente ≥ 80	13
Sostenible ≥ 70 y < 80	39
Vulnerable ≥ 60 y < 70	56
Riesgo ≥ 40 y 60	8
Deterioro < 40	0

Figura 105. Índice de desempeño fiscal. Fuente: CIDER, 2013.

c. Nivel de educación. De acuerdo con los datos divide esta variable en 3 clases (alta, media y baja) utilizando la clasificación de umbrales naturales (*natural jenks*), de acuerdo con la distribución porcentual de la población analfabeta. Los mayores porcentajes de analfabetismo corresponden a nivel bajo, mientras que los menores a nivel alto.

d. IPM. Índice de Pobreza Multidimensional, categorizado en el presente estudio (producto 5 y 6B). Se ilustra nuevamente en la figura 11.

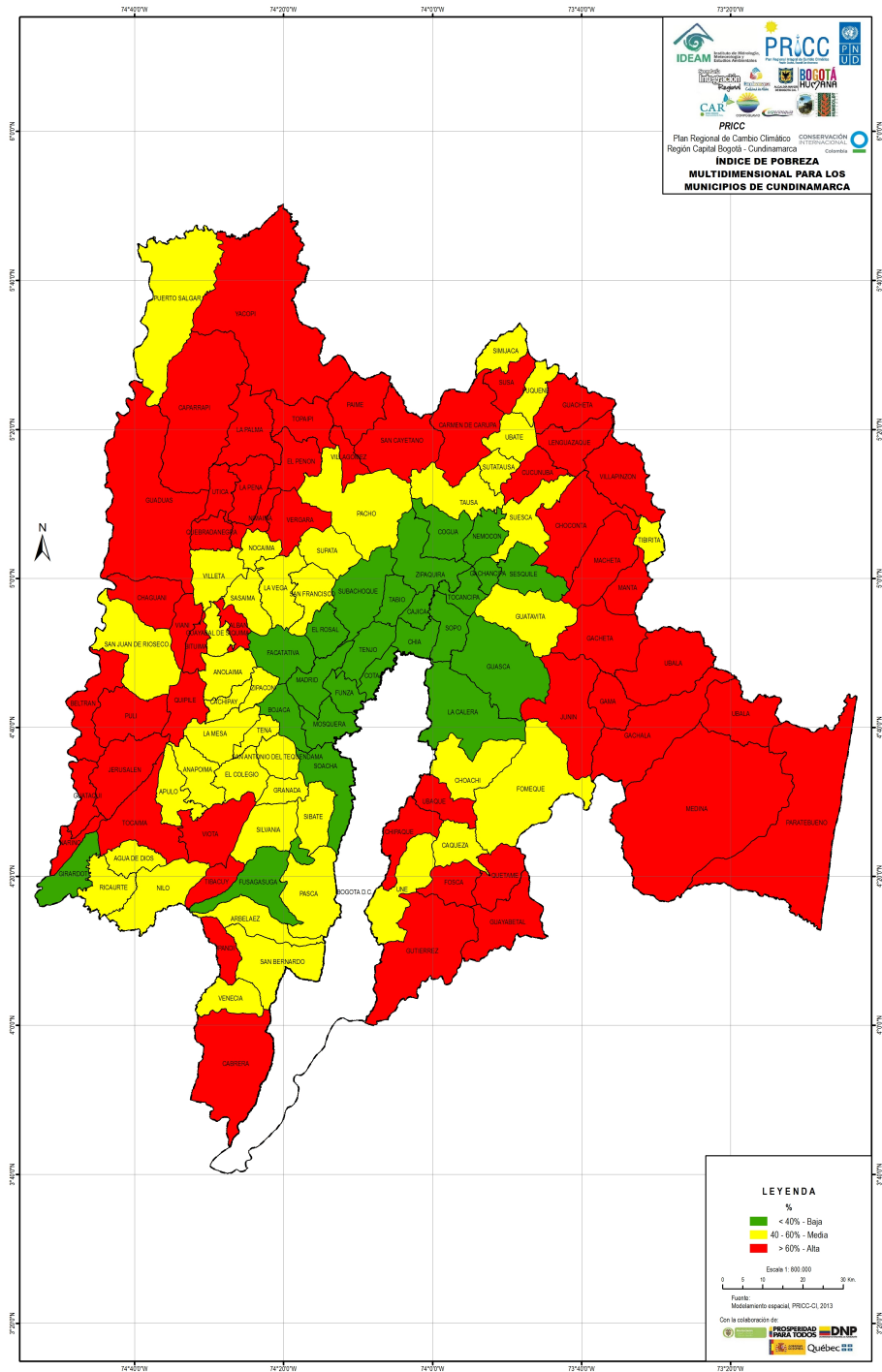


Figura 106. IPM para Cundinamarca. Elaborado en el presente estudio (producto 5 y 6 B)

Una vez fueron generadas todas las variables, estas se combinaron utilizando matrices de decisión tal como se ilustra en las tablas 7, 8 y 9. El mapa resultante de la matriz de la tabla 7 (que determina la capacidad y desempeño económico por municipio) se combinó con el mapa resultante de la tabla 7 (que determina la capacidad de adaptación a partir de los grados de pobreza y potencial de superación

de la misma por niveles educativos) para obtener la capacidad de adaptación total cuya matriz base de análisis se presenta en la tabla 9.

	Índice de desempeño fiscal CIDER				
PIB	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo
Muy alto	Muy alto	Muy alto	Alto	Medio	Medio
Alto	Muy alto	Alto	Alto	Medio	Medio
Medio	Alto	Alto	Medio	Bajo	Bajo
Bajo	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Muy Bajo
Muy Bajo	Medio	Medio	Bajo	Muy bajo	Muy Bajo

Tabla 36. Matriz de decisión entre PIB e índice de desempeño fiscal

	Nivel de educación		
IPM	Alta	Media	Baja
Alto	Alta	Media	Media
Medio	Media	Media	Baja
Bajo	Media	Baja	Baja

Tabla 37. Matriz de decisión entre IPM y nivel de educación

		Mapa resultante 2		
Mapa resultante1	Alta	Media	Baja	
Muy alto	Alta	Alta	Alta	
Alto	Alta	Media	Media	
Medio	Media	Media	Media	
Bajo	Media	Media	Bajo	
Muy Bajo	Baja	Bajo	Bajo	

Tabla 38. Matriz de decisión entre los mapas resultantes de los análisis descritos en las tablas 7 y 8.

El resultado final, determina la capacidad de adaptación. Sin embargo, en aquellos municipios que tienen vinculados los temas de Cambio Climático, Estructura Ecológica Principal o riesgo, se incrementó un nivel en su categoría de capacidad adaptativa pues es una garantía de que tienen previsto adelantar acciones efectivas de adaptación con compromisos vinculantes. En la figura 12 se presenta el resultado de la capacidad adaptativa estimada a nivel municipal para el Departamento de Cundinamarca. Como se puede apreciar, los municipios de Chía, Mosquera y Soacha, que presentan una alta vulnerabilidad integral al cambio climático (figura 4) presentan una alta capacidad de adaptación que permite suponer que una buena gestión en estos municipios podría reducir los riesgos que sobre ellos se vislumbran en escenarios futuros de cambio climático. Otro factor adicional que cobra gran relevancia es la presencia de áreas protegidas que al tener una eficiente gestión, permitirán aumentar la resiliencia de la región Bogotá – Cundinamarca.

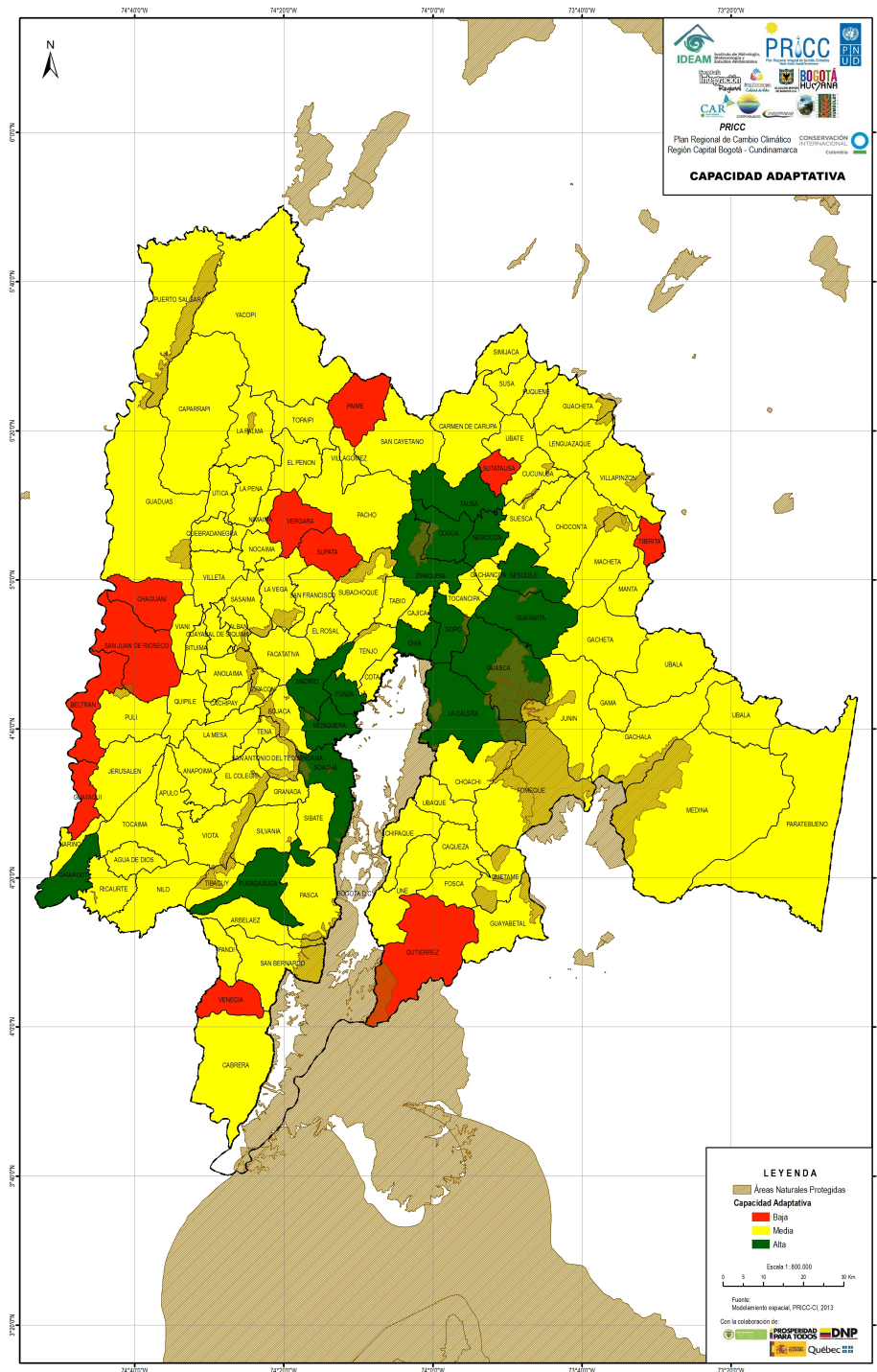


Figura 107. Capacidad de adaptación. Fuente: Elaborado en el presente estudio.

40.2. Capacidad de adaptación para el Distrito Capital

En el caso del Distrito Capital, con el fin de lograr estimar la capacidad de adaptación a nivel de localidades, se determinó que dadas las características de la ciudad, las variables más relevantes a

partir de las cuales se podría inferir dicha capacidad son densidad de infraestructura hospitalaria y educativa por localidad e Índice de Pobreza Multidimensional. El análisis se realizó a partir de la matriz de decisión que se ilustra en la tabla 10 y el resultado se presenta en la figura 13.

IPM	Densidad de infraestructura		
	Alta	Media	Baja
Alto	Alta	Media	Media
Medio	Media	Media	Baja
Bajo	Media	Baja	Baja

Tabla 39. Matriz de decisión para el cálculo de la capacidad de adaptación

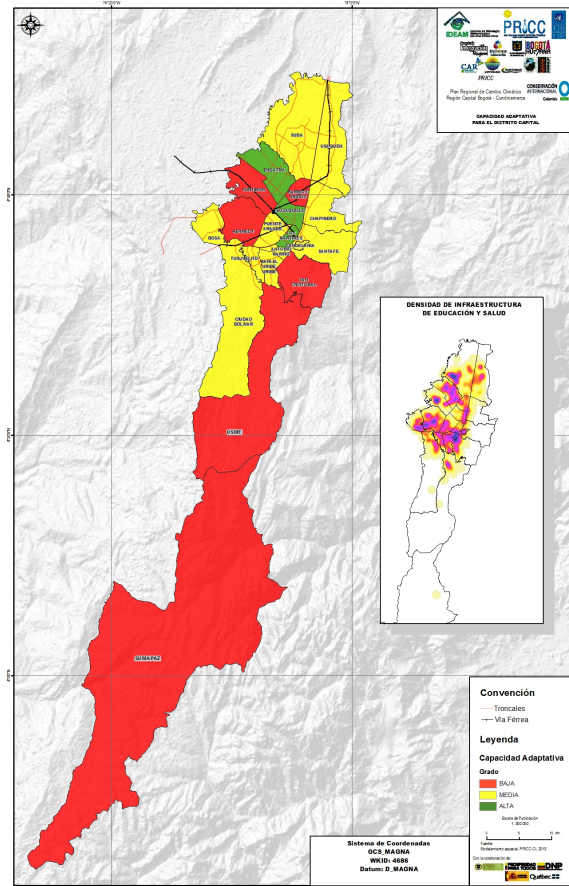


Figura 108. Capacidad de Adaptación para el Distrito Capital

4.3. Síntesis que vincula las interacciones entre Exposición, Sensibilidad/Capacidad Adaptativa/ y su conexión con opciones de adaptación, especialmente las relacionadas principalmente con la Adaptación basada en Ecosistemas

Las principales exposiciones asociadas a cambios en los servicios hidrológicos y que serán la base del análisis, incluye los municipios de Cundinamarca así como las Localidades del Distrito Capital. Estas son:

- a. Reducción en disponibilidad hídrica a lo largo de la Sabana de Bogotá, en municipios tales como Guachetá, Fúquene, Tausa, Facatativá, Subachoque, Cáqueza y Fómeque. En las zonas que alimentan el embalse de Chivor, se prevén las más grandes caídas en disponibilidad.
- b. Reducción en la disponibilidad hídrica por disminución en la calidad de agua, especialmente en algunas áreas de municipios como Mosquera, Soacha, Pasca, Facatativá, Subachoque, Supatá y Tausa.
- c. Incrementos en la disponibilidad hídrica: Mayor exposición a inundaciones en las zonas de Medina, Paratebueno, Soacha, Gutiérrez, Mosquera, Madrid, Gutiérrez, Gachalá, Quipile. Para Bogotá, localidades de Kennedy, Bosa, Rafael Uribe Uribe, Engativá y Suba.
- d. Incremento en la disponibilidad hídrica en áreas de pendiente, con alto grado de deforestación o pérdida de ecosistemas naturales, con alta exposición a deslizamientos, en municipios como Silvania, Facatativá, Subachoque, Quipile, Viani, Villeta, Zipaquirá, entre otros.
- e. Incrementos en la frecuencia de incendios, o aumento de la susceptibilidad a procesos de sequías, en zonas de la Sabana de Bogotá, y municipios como Zipaquirá, Madrid, Ubaté y Guachetá.
- f. Reducciones en la calidad del agua con implicaciones para las comunidades humanas y tratamiento, en las zonas de mayor pendiente de los municipios de Facatativá, el Rosal, San Francisco, la Vega, Silvania, y algunas zonas de los municipios de Ubaque o Choachí.
- g. Cambios significativos en los patrones de distribución geográfica de la riqueza de especies sensibles Algunos de los ecosistemas con mayores cambios son los bosques andinos y altoandinos, humedales y pantanos de altiplano y los bosques húmedos subandinos.
- h. Las cuencas de los embalses que suministran agua a la ciudad de Bogotá, pertenecientes a la cuenca del Río Bogotá, van a presentar reducciones en disponibilidad hídrica que aumentan la exposición de la ciudad al cambio climático. Aunque los embalses que drenan a la cuenca del Orinoco van a tener incrementos en disponibilidad, el aumento en la demanda de agua de Bogotá en el año 2050 hace que estas cuencas van a verse sometidas a una fuerte presión.

41. EXPOSICIÓN, VULNERABILIDAD Y POSIBLES ACCIONES DE ADAPTACIÓN PARA LA REGIÓN BOGOTÁ – CUNDINAMARCA

Se elaboró una base de información, por municipio y localidad, que incluye la vulnerabilidad a los servicios ecosistémicos hidrológicos relacionados con características socioeconómicas referentes a aspectos demográficos actuales y futuros, índices de pobreza multidimensional, actividades productivas prioritarias por municipio, calidad de las viviendas y acceso a servicios públicos, asentamientos humanos y posibilidades de expansión. Todos estos aspectos se analizaron y expresaron en categorías de vulnerabilidad y por tanto asociadas a capacidad de adaptación. Adicional a lo anterior se realizó una revisión minuciosa referente a la existencia de mecanismos de respuesta asociados al involucramiento de acciones, dentro de los Planes de Ordenamiento Territorial o Planes de Gestión Ambiental.

Toda esta información analizada en detalle en los productos 5 y 6 A y B, fue la base para consolidar la tabla síntesis descrita en el numeral I. Adicionalmente y como complemento a lo anterior, se ha consolidado una base de información de fácil interpretación que permita a los tomadores de decisiones y a diversos tipos de usuarios, conocer el estado de vulnerabilidad para cada municipio de Cundinamarca y para cada localidad de Bogotá a partir de las tendencias en el crecimiento poblacional, los cambios en disponibilidad hídrica, en regulación hídrica, en calidad de agua y frente a exposición a inundaciones. Estos aspectos resumen de manera consistente la vulnerabilidad encontrada a partir de los indicadores evaluados.

En la tabla 1 se presentan los resultados de las interacciones entre exposición, vulnerabilidad y capacidad adaptativa, encontradas en el área de Bogotá- Cundinamarca, asociadas a cambios en la hidrología y su conexión con opciones de adaptación incluyendo la Adaptación basada en Ecosistemas, ABE.

Tabla 1. Exposición, vulnerabilidad y posibles acciones de adaptación para la región Bogotá – Cundinamarca

Exposición/sensibilidad	Impactos/Vulnerabilidad	Capacidad Adaptativa	Posibles Acciones de adaptación	Acciones de apoyo a la adaptación.
a. Reducción en disponibilidad hídrica a lo largo de la Sabana de Bogotá, en municipios como Guachetá, Fúquene, Tausa,	Se presume una vulnerabilidad importante dado que estos impactos se correlacionan con aumentos de población	La mayoría de los municipios afectados por cambios en la disponibilidad hídrica, presentan PIB bajos y muy	Uso eficiente del agua. Protección y restauración de ecosistemas de	Precio de agua. Mercados de agua/Bancos de Conservación. Establecer opciones para

Exposición/sensibilidad	Impactos/Vulnerabilidad	Capacidad Adaptativa	Posibles Acciones de adaptación	Acciones de apoyo a la adaptación.
<p>Facatativá, Subachoque, y en poblaciones como Cáqueza y Fómeque, en la vertiente del Orinoco.</p> <p>En zonas cercanas a las cuencas de los ríos Guavio y Blanco el cual incide en poblaciones como La Calera, Choachí y Fómeque, y en zonas que alimentan el embalse de Chivor, se prevén las más grandes caídas en disponibilidad (hasta de un 58% en algunas zonas). En general las caídas en las áreas mencionadas están entre un 20 y 40 %, así que la variación es muy significativa. Desde el punto de vista de los índices de pobreza, estos municipios son sensibles puesto que presentan altos índices de pobreza con excepción de los municipios de la Sabana de Bogotá.</p>	<p>significativos para el año 2050 y posiblemente con aumentos de demanda hídrica (si se tiene en cuenta también la expansión agrícola).</p> <p>Las áreas agrícolas rurales con pocos recursos para irrigación y con fuertes caídas en oferta van a ser más vulnerables.</p> <p>Puede existir una reducción en la disponibilidad de despacho de energía proveniente de las represas de Chivor y Guavio.</p>	<p>bajos a excepción de Facatativá.</p> <p>En general los municipios referidos presenten niveles de analfabetismo bajo.</p> <p>De acuerdo con los índices de desempeño fiscal, los municipios referidos van de muy alto en municipios como Guachetá y Subachoque a medio.</p> <p>Solo Tausa tiene el tema de riesgos incluido en los instrumentos de planificación.</p> <p>A excepción de Fómeque y parcialmente Guachetá y Subachoque, los demás municipios no cuentan con áreas protegidas en su territorio..</p> <p>De acuerdo con los criterios anteriores, en estos municipios la capacidad es media, a excepción de Tausa que es Alta.</p>	<p>alta montaña para mantener la regulación y en algunos caso la cantidad.</p> <p>Promoción de otras fuentes de suministro de agua:</p> <p>recolección de agua lluvia/freática.</p> <p>Para el caso de zonas agrícolas altamente vulnerables por reducciones en disponibilidad hídrica, se debe explorar opciones de riego, así como mejorar la eficiencia de producción por gota de agua .</p> <p>Desarrollo de infraestructura de suministro del recurso agua para los períodos secos y para las inundaciones, tal como la construcción de jagüeyes y embalses que garanticen el abastecimiento.</p>	<p>años secos.</p> <p>Esquemas de PSA.</p> <p>Esquemas tipo “cap and trade” o de permisos transables.</p> <p>Sistemas de multas.</p> <p>Seguros agropecuarios</p> <p>Esquemas de microfinanzas.</p> <p>Revisión de planes de desarrollo agropecuario a nivel municipal. /UPRA</p> <p>Adaptación de los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial incluyendo variables relacionadas con el uso eficiente del suelo, la gestión del riesgo, servicios ecosistémicos y estructura ecológica principal.</p> <p>Educación y sensibilización con enfoque a</p>

Exposición/sensibilidad	Impactos/Vulnerabilidad	Capacidad Adaptativa	Posibles Acciones de adaptación	Acciones de apoyo a la adaptación.
			Establecimiento de sistemas de alarmas tempranas/ monitoreo, seguimiento y control de las predicciones y modelos climáticos.	la prevención del riesgo y la adaptación. (aplica para todos) Fortalecer los procesos de gobernabilidad territorial con enfoque basado en servicios ecosistémicos.
<p>b) Reducción en disponibilidad hídrica y por reducciones en calidad del agua.</p> <p>Municipios como Mosquera en el centro, Soacha y Pasca al sur; y hacía el norte en municipios como Facatativá, Subachoque, Supatá, y Tausa.</p> <p>Los municipios expuestos por reducciones en la calidad del agua presentan índices de pobreza medios y altos.</p>	<p>La vulnerabilidad se hace mayor debido a la combinación entre reducciones de disponibilidad hídrica y reducciones en calidad lo que reduce la oferta total disponible.</p>	<p>Soacha, Mosquera y Facatativá presentan PIB altos y muy altos. Los municipios restantes presentan índices PIB muy bajos.</p> <p>En general los municipios referidos presentan niveles de analfabetismo bajo aunque Supatá registra valores medios.</p> <p>De acuerdo con los índices de desempeño fiscal, los municipios referidos abarcan desde muy alto en Mosquera y Subachoque hasta bajo en Supatá.</p>	<p>Protección de ecosistemas por su papel de filtración y purificación hídrica.</p> <p>Restauración de ecosistemas degradados.</p> <p>Estabilización de pendientes en áreas críticas.</p> <p>Prevenir deforestación y mantener cobertura vegetal se vuelven herramientas clave en adaptarse al incremento en escurrimientos superficiales que aumenta la carga y transporte de sedimentos y</p>	<p>Esquemas tipo PSA para la conservación de ecosistemas "aguas arriba".</p> <p>Revisión y actualización de POT y planes de ordenamiento de cuencas.</p>

Exposición/sensibilidad	Impactos/Vulnerabilidad	Capacidad Adaptativa	Posibles Acciones de adaptación	Acciones de apoyo a la adaptación.
		<p>Solo Tausa y parcialmente Soacha tienen vinculado el tema de riesgos en sus instrumentos de planificación.</p> <p>A excepción de Subachoque, los demás municipios no cuentan con áreas protegidas.</p> <p>De acuerdo con los criterios anteriores, en estos municipios la capacidad es alta.</p>	contaminantes en agua.	
<p>c) Incrementos en la disponibilidad hídrica: Mayor exposición a inundaciones.</p> <p>La región tiene un régimen bimodal en la Sabana de Bogotá y la vertiente del Magdalena y un régimen monomodal hacia el Orinoco (Basado en el análisis de la precipitación mensual y caudal para estaciones disponibles en la diferentes zonas hidrológicas</p>	<p>La vulnerabilidad a fenómenos como inundación aumenta debido al aumento en disponibilidad hídrica y caudales superficiales.</p> <p>Aumento en inundaciones combinado con el transporte de sedimentos y materia orgánica a cuerpos de agua de poco intercambio podría promover procesos de eutrofización y degradación de calidad de agua para especies biológicas. Podría además reducir</p>	<p>La mayor parte de los municipios expuestos a inundaciones presentan PIB altos y muy altos.</p> <p>En general los municipios referidos presentan niveles de analfabetismo bajo a excepción del Rosal que tiene niveles medios.</p> <p>De acuerdo con los índices de desempeño fiscal, los municipios</p>	<p>Protección y restauración de humedales para generar amortiguamiento de las inundaciones.</p> <p>Protección de bosques y paramos para garantizar la reducción de los picos de escurrimiento y procesos de inundaciones repentinas.</p>	<p>Planes de Uso del Suelo.</p> <p>Restricciones de crecimiento urbano y cambios de uso en zonas de humedales.</p> <p>Planes de Ordenamiento Territorial ajustados y POMCAS.</p> <p>Mecanismos regulatorios adecuados.</p>

Exposición/sensibilidad	Impactos/Vulnerabilidad	Capacidad Adaptativa	Posibles Acciones de adaptación	Acciones de apoyo a la adaptación.
<p>identificadas) .</p> <p>Los municipios con mayor exposición a inundaciones y que tienen mayor densidad de población son:</p> <p>Soacha, San Antonio de Tequendama, Mosquera, Funza, Madrid, Facatativá, El Rosal, Cota, Chía, Cajicá, Tenjo, Sopó, Tocancipá, Zipaquirá, Gachancipá, Nemocón, Guasca, Gutavita; y en el nor-oriente: Simijica, Fusa, Fúquene, Guachetá, Ubaté, Lenguazaque.</p> <p>Para el mes de Octubre, que es uno de los picos bimodales en la Sabana de Bogotá, la modelación con los datos de IDEAM supone reducciones en la exposición a inundación por la reducción de los caudales pico en los municipios de Soacha, Zipaquirá, Chía, Nemocón, Sopó, Ubaté, Fúquene, Susa; un aumento en Agua de Dios, Ricaurte, Girardot, Yacopi,</p>	<p>los servicios de amortiguación de inundaciones de los mismos por procesos de colmatación.</p>	<p>referidos presentan niveles altos y muy altos excepto los municipios de Nemocón y Lenguazaque que tienen niveles medios.</p> <p>Solo parcialmente Soacha tienen vinculado el tema de riesgos en sus instrumentos de planificación.</p> <p>A excepción de Guasca y parcialmente Zipaquirá, los demás municipios no cuentan con áreas protegidas.</p> <p>De acuerdo con los criterios anteriores, en estos municipios la capacidad adaptativa es alta y media.</p>	<p>Exploración de medidas “low regret” (bajo arrepentimiento), las cuales deben evaluarse en contexto con medidas de ingeniería convencional como actividades de dragado, mantenimiento de canales y cursos de ríos u otras obras de ingeniería que complementen la función reguladora de los ecosistemas.</p> <p>Una propuesta más accionable de estas actividades responde a un estudio detallado en las áreas de afectación en contexto de los volúmenes de inundación y de las poblaciones vulnerables así como de los procesos de expansión urbana y de actividades agrícolas e industriales.</p> <p>Aspectos como la construcción de represas, requieren de la</p>	<p>Incentivos para la restauración ecológica.</p>

Exposición/sensibilidad	Impactos/Vulnerabilidad	Capacidad Adaptativa	Posibles Acciones de adaptación	Acciones de apoyo a la adaptación.
<p>Medina y Paratebueno.</p> <p>Para el mes de Junio, que responde al pico monomodal, para la vertiente de la Orinoquia, los incrementos en caudales superficiales suponen incrementos en la exposición a inundaciones la mayoría del área de estudio, incluyendo los municipios de Madrid, Funza, Mosquera, Soacha, Chía, Sopó, Nemocón, Ubaté, Fúquene, Guatavita, Cajicá, y la zona Occidental y Noroccidental de Puerto Salgar.</p> <p>Para el caso de Bogotá las localidades susceptibles por inundaciones son: Kennedy, Bosa, Rafael Uribe Uribe, Engativá y Suba.</p>			<p>evaluación del contexto específico y de la escala de los impactos encontrados.</p> <p>Reubicación de viviendas.</p>	
d) Incremento de la disponibilidad hídrica en áreas de pendiente con alto grado de	Todo el departamento es altamente susceptible por eventos de remoción	A excepción de Facatativá y Zipaquirá los PIB son de bajos a muy	Protección de los bosques de alta montaña y de niebla, y prevenir	Planes de Uso de la Tierra, Planes de Ordenamiento Territorial,

Exposición/sensibilidad	Impactos/Vulnerabilidad	Capacidad Adaptativa	Posibles Acciones de adaptación	Acciones de apoyo a la adaptación.
<p>deforestación o pérdida de ecosistemas naturales presentan alto grado de exposición a deslizamientos. Zonas como Silvania, Facatativá (en las áreas de pendiente), Subachoque, Quipile, Viani, Villeta, Zipaquirá entre otros.</p>	<p>en masa. Las áreas de mayor vulnerabilidad a eventos de remoción en masa debido al cambio climático futuro son aquellas que enfrenaran incremento de la disponibilidad hídrica en áreas de pendiente con alto grado de deforestación o pérdida de ecosistemas naturales. Zonas como Silvania, Facatativá (en las áreas de pendiente), Subachoque, Quipile, Viani, Villeta, Zipaquirá entre otros.</p> <p>Degradación de cursos de ríos, mayores riesgos de inundaciones y deslizamientos por represamiento de cuerpos de agua.</p> <p>Impactos sobre la infraestructura vial y de servicios.</p> <p>Aumento de riesgo de eutrofización cuando los deslizamientos y represamientos terminan en cuerpos de agua de poco intercambio como los humedales.</p>	<p>bajos.</p> <p>Los municipios referidos presenten niveles de analfabetismo bajo a excepción Quipile, Viani y Villeta que tiene niveles medios.</p> <p>De acuerdo con los índices de desempeño fiscal, los municipios referidos presentan niveles desde muy alto en Silvania hasta medio en Quipile, Viani y Villeta</p> <p>Ningún municipio tienen vinculado el tema de riesgos en sus instrumentos de planificación.</p> <p>A excepción un sector de Zipaquirá, los demás municipios no cuentan con áreas protegidas.</p> <p>De acuerdo con los criterios anteriores, en estos municipios la capacidad adaptativa es media.</p>	<p>su colonización.</p> <p>Establecimiento de sistema agroforestales.</p> <p>Prácticas agrícolas que promuevan el mejoramiento en la estructura del suelo y aumento en contenido de humus.</p> <p>Estabilización de pendientes y regulación de flujos de agua.</p> <p>Medidas "low regret" (bajo arrepentimiento), las cuales deben evaluarse en contexto con medidas de ingeniería convencional como actividades de dragado, mantenimiento de canales y cursos de ríos u otras obras de ingeniería que complementen la función reguladora de los ecosistemas. Pero una propuesta más accionable de estas actividades</p>	<p>POMCAS.</p>

Exposición/sensibilidad	Impactos/Vulnerabilidad	Capacidad Adaptativa	Posibles Acciones de adaptación	Acciones de apoyo a la adaptación.
			<p>responde a un estudio detallado en las áreas de afectación en contexto de los volúmenes de deslizamiento y de las poblaciones vulnerables así como de los procesos de expansión urbana y de actividades agrícolas e industriales.</p> <p>Aspectos como la construcción de represas requieren de la evaluación del contexto específico y de la escala de los impactos encontrados.</p>	
<p>e) Incrementos en la frecuencia de incendios, o aumento de la susceptibilidad a procesos de sequías. Zonas en la Sabana de Bogotá, así como Villetea, Guaduas y Útica.</p> <p>Alta sensibilidad en zonas con baja cobertura vegetal , cultivos agrícolas y zonas urbanas.</p>	<p>La vulnerabilidad aumenta en zonas rurales agrícolas o núcleos urbanos con baja cobertura vegetal o presencia de especies vulnerables, poca capacidad financiera o ecosistémica para enfrentar dichos impactos.</p>	<p>Los 3 municipios principalmente expuestos a procesos de sequías presentan PIB bajos a muy bajos.</p> <p>Los municipios referidos presenten niveles de analfabetismo bajo a excepción Quipile, Vianí y Villetea que tiene niveles medios.</p>	<p>Uso más eficiente del agua tanto en actividades domésticas como agrícolas .</p> <p>Restauración ecológica, dando prioridad a especies pirogenéticas.</p> <p>Remoción de especies</p>	<p>Planes de Ordenamiento Territorial y POMCAS ajustados.</p> <p>Programas de prevención y mitigación de incendios.</p> <p>Planes de restauración Ecológica.,</p>

Exposición/sensibilidad	Impactos/Vulnerabilidad	Capacidad Adaptativa	Posibles Acciones de adaptación	Acciones de apoyo a la adaptación.
<p>Se presume un incremento en exposición a la desertificación por cambio climático debido a reducciones en disponibilidad hídrica en el mes seco. Poblaciones como Villeta, Guaduas y Útica resultarán afectadas dada la tendencia al incremento en la exposición a la desertificación hacia estas zonas de la cuenca del Magdalena. En la Sabana de Bogotá, algunas zonas presentarán caídas leves de disponibilidad hídrica lo que aumenta levemente su exposición a desertificación debido al cambio climático.</p>		<p>De acuerdo con los índices de desempeño fiscal, los municipios referidos presentan niveles de medio a alto.</p> <p>Ningún municipio tienen vinculado el tema de riesgos en sus instrumentos de planificación.</p> <p>A excepción de un sector de Guaduas, los demás municipios no cuentan con áreas protegidas.</p> <p>De acuerdo con los criterios anteriores, en estos municipios la capacidad adaptativa es media.</p>	<p>introducidas e invasoras, con gran capacidad de generación de fuego.</p> <p>Establecimiento de sistemas agroforestales.</p> <p>Promover esquemas de almacenamiento de aguas lluvias.</p>	
<p>f) Reducciones en la calidad de agua, con implicaciones para las comunidades humanas y tratamiento. Zonas como Facatativá (zonas de mayor pendiente), el Rosal, San Francisco, La Vega y Sylvania,</p>	<p>La vulnerabilidad aumenta debido a la necesidad del requerimiento del tratamiento de la calidad del agua, cuando el aumento en escurrimiento superficial coincide con presiones de deforestación y mal</p>	<p>A excepción de Facatativá los PIB son de bajos a muy bajos.</p> <p>Los municipios referidos presenten niveles de analfabetismo medio a excepción de Choachí que</p>	<p>Restauración de áreas degradadas.</p> <p>Prácticas agrícolas que promuevan el mejoramiento en la estructura del suelo y aumento</p>	<p>Impuestos por contaminación</p> <p>PSE</p> <p>Estándares de calidad de agua.</p>

Exposición/sensibilidad	Impactos/Vulnerabilidad	Capacidad Adaptativa	Posibles Acciones de adaptación	Acciones de apoyo a la adaptación.
<p>entre otros, van a ver reducciones en calidad de agua.</p> <p>Ubaque y Choachí verán reducciones en calidad de agua pero más aisladas.</p> <p>Los sistemas de acueducto de estos municipios, así como las condiciones de salud de sus habitantes pueden verse afectados.</p>	<p>manejo de suelos.</p>	<p>registra niveles bajos.</p> <p>De acuerdo con los índices de desempeño fiscal, los municipios referidos presentan niveles medios y altos</p> <p>Ningún municipio tienen vinculado el tema de riesgos, CC o EEP en sus instrumentos de planificación.</p> <p>A excepción un sector de Choachí y la Vega, los demás municipios no cuentan con áreas protegidas.</p> <p>De acuerdo con los criterios anteriores, en estos municipios la capacidad adaptativa es media.</p>	<p>en contenido de humus.</p> <p>Estabilización de pendientes y regulación de flujos de agua.</p> <p>Un mejor ordenamiento de las actividades agrícolas o de cambio de uso del suelo que generen una contaminación del agua por el incremento en le escurrimiento superficial y procesos de transporte o remoción de suelos.</p> <p>Plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales.</p> <p>Combinar aspectos de infraestructura convencional con infraestructura verde buscando adaptarse a los impactos de reducción de calidad de agua.</p>	<p>Permisos de descargas.</p> <p>Uso más eficiente del agua tanto en actividades domésticas como agrícolas</p>

Exposición/sensibilidad	Impactos/Vulnerabilidad	Capacidad Adaptativa	Posibles Acciones de adaptación	Acciones de apoyo a la adaptación.
<p>g. Cambios significativos en los patrones de distribución geográfica de la riqueza de especies sensibles (Amenazadas, endémicas y migratorias) en el departamento de Cundinamarca.</p> <p>Se presentan variaciones significativas en la representatividad geográfica de las especies sensibles al interior de las áreas protegidas y ecosistemas estratégicos del departamento. Algunos de los ecosistemas para los que se sugieren mayores cambios son los bosques andinos y altoandinos, humedales y pantanos de altiplano y los bosques húmedos subandinos y andinos.</p>	<p>La vulnerabilidad sugerida para las especies sensibles puede ser mayor a la esperada si se tienen en cuenta aspectos tales como la transformación proyectada por actividades de origen antrópico, relaciones intra e inter-específicas y el incremento potencial de especies con potencial invasor.</p> <p>La vulnerabilidad por pérdida de biodiversidad sensible surge como consecuencia de la variación potencial de los patrones climatológicos esperada a mediano plazo en el departamento de Cundinamarca, y su incidencia sobre la composición, estructura y funciones de los ecosistemas a los cuales se asocian dichas especies.</p>	<p>La cobertura de áreas protegidas cubren un 5% del territorio del Departamento, lo cual puede ser escaso si se tiene en cuenta la magnitud del impacto del cambio climático sobre las especies sensibles.</p> <p>Se deben efectuar estudios posteriores para generar mecanismos de mitigación de estos efectos.</p>	<p>Diseño y desarrollo de herramientas de investigación y monitoreo sobre biodiversidad sensible (aspectos clave: dinámica poblacional y migración).</p> <p>Protección y restauración ecológica de áreas de transición ecosistémica, corredores de conectividad biológica y áreas núcleo de concentración de especies sensibles.</p> <p>Diseño y desarrollo de herramientas de monitoreo, control y manejo de especies con potencial invasor.</p> <p>Revisión, planeación y extensión de las acciones de conservación y manejo de las áreas protegidas del departamento, en función de la</p>	<p>Incentivos tributarios para entidades que desarrollen o financien acciones de restauración, monitoreo o investigación de objetos de conservación (ecosistemas o especies) vulnerables a cambio climático.</p> <p>Fortalecimiento de los planes de manejo de las áreas protegidas del departamento</p>

Exposición/sensibilidad	Impactos/Vulnerabilidad	Capacidad Adaptativa	Posibles Acciones de adaptación	Acciones de apoyo a la adaptación.
	<p>Los ecosistemas de bosque bajos de montaña son vulnerables a cambios en humedad atmosférica que incluyen cambios en la frecuencia de condensación y neblina (como lo muestra la Figura 14 del producto 5 y 6 parte 1). Un estudio más detallado para determinar más precisamente la extensión es requerido. Pero es claro que hay bosques que van a enfrentar incrementos o reducciones en estas variables los cuales necesariamente se verían enfrentados a cambios en su condición hidro-climática.</p>		<p>vulnerabilidad potencial de sus objetos de conservación ante cambio climático (Ecosistemas y especies)</p>	
<p>h) Las cuencas de embalses que suministran agua a la ciudad de Bogotá dentro de la cuenca del Rio Bogotá van a ver reducciones en disponibilidad hídrica que aumentan la exposición de la ciudad al cambio climático. Aunque los embalses que drenan a la cuenca del Orinoco van a ver incrementos en disponibilidad, el</p>	<p>Si no se mejora la eficiencia en el uso de agua y se aumenta el volumen de suministro a la ciudad en el año 2050, la ciudad se volvería bastante vulnerable a desabastecimiento por el combinado efecto del cambio climático y el incremento en la demanda de agua a tasas actuales.</p>	<p>El incremento posible de la densificación urbana y la exportación de agua por fuera de Bogotá, sin evaluación de impactos, puede aumentar la presión sobre el recurso hídrico.</p>	<p>Manejo adecuado de las cunecas de suministro.</p> <p>Rehabilitación de infraestructura y ampliación en puntos de toma existentes.</p> <p>Campañas para un uso más óptimo del agua. Promover estándares de calidad para las compañías en la</p>	<p>Limitación de venta de agua en bloque a otras localidades.</p> <p>Incremento de acciones de control por pérdida y eficiencia.</p> <p>Planes de manejo de</p>

Exposición/sensibilidad	Impactos/Vulnerabilidad	Capacidad Adaptativa	Posibles Acciones de adaptación	Acciones de apoyo a la adaptación.
<p>incremento en la demanda de agua de Bogotá al año 2050 significa que estas cuencas van a verse aún más exprimidas por la demanda de Bogotá (Ver Figura 11).</p>			<p>zona con base en la reducción de la "huella de agua". Uso más sostenible de aguas subterráneas y protección de áreas de recarga. Proteger la calidad de agua para reducir costos en infraestructura y posibilitar el uso de fuentes de agua que en la actualidad no cumple con estándares.</p>	<p>Cuencas y POT.</p>

XI. Base de datos espacial (Geo data base) y metadatos con la información temática utilizada

Elaborado por: Conservación Internacional Colombia

Ángela Andrade, Coordinadora Técnica
Patricia Bejarano M., Profesional Urbano-Regional

Con el apoyo de:

José Ville Triana, Rocío Vega, Yolanda González

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	537
2.	REPORTE DEL ESQUEMA	537
3.	REPORTE DATOS GEODATABASE	606
4.	PROCEDIMIENTOS DE EDICIÓN Y DE VISUALIZACIÓN DE LAS SALIDAS GRÁFICAS.....	610

1. INTRODUCCIÓN

Dentro de las actividades establecidas en el marco del convenio 20123 CI-PNUD, se encuentra la estructuración de la geodatabase que contenga toda la información espacial considerada para los análisis de vulnerabilidad a Cambio Climático.

En el presente documento se presentan los reportes tanto del esquema como de la información hasta ahora cargada a la geodatabase, la cual fue diseñada a partir de la estructura del IDEAM.

Los reportes aquí presentados, así como la geodatabase que se entrega, consolidan los resultados de las actividades previstas para la generación del presente producto, las cuales se resumen a continuación:

- Generación de las representaciones espaciales de las variables definidas en el producto 1
- Definición del comportamiento espacial, tipo de relaciones espaciales e integridad de los datos
- Diseño de modelo de datos de Geo-database
- Estructuración de los procedimientos para la incorporación de nueva información y generación de metadatos
- Definición de los procedimientos de edición, reglas de integridad de la información y propiedades de visualización de las salidas gráficas.

Respecto a la última actividad mencionada, específicamente en lo relacionado con la definición de los procedimientos de edición y las propiedades de visualización de las salidas gráficas, se han utilizado los lineamientos entregados por el PNUD, los cuales se describen al final del presente informe.

2. REPORTE DEL ESQUEMA

Nombre de Dominio	Propietario	Tipo
<u>AnnotationStatus</u>		Código
<u>BooleanSymbolValue</u>		Código
<u>CATEGORIZACION</u>		Código
<u>cdom IGAC Accesib vias</u>		Código
<u>cdom IGAC Estado Superf</u>		Código
<u>cdom IGAC Num Carriles</u>		Código
<u>cdom IGAC Puentes</u>		Código
<u>cdom instituciones salud</u>		Código
<u>Dom leyendaPrec Holdridge</u>		Código
<u>Dom actividad FallaGeologica</u>		Código
<u>Dom Ambiente Morfogenetico</u>		Código
<u>Dom amenaza DinamicasNaturales</u>		Código
<u>Dom Bioma Ecosistema</u>		Código
<u>Dom caracterizacion UndCronoestrat</u>		Código
<u>dom CategoriaAP</u>		Código
<u>Dom clasificacion AreaPrioritariaIncendios</u>		Código
<u>Dom Clima Ecosistema</u>		Código
<u>Dom clima Holdridge</u>		Código
<u>Dom clima Koeppen</u>		Código
<u>Dom clima Lang</u>		Código
<u>Dom Cobertura Ecosistema</u>		Código
<u>Dom codigo cobTierra</u>		Código
<u>Dom descripcion cobTierra</u>		Código

<u>Dom descripcion undVegetal</u>	Código
<u>Dom Drenaje</u>	Código
<u>Dom Edad Amenaza</u>	Código
<u>Dom escenarios DinamicasNaturales</u>	Código
<u>Dom Estado Estacion</u>	Código
<u>Dom existe</u>	Código
<u>Dom Grado Amenaza</u>	Código
<u>Dom imagenes LandSAT</u>	Código
<u>Dom indice indiceAridez</u>	Código
<u>Dom leyendaTemp Holdridge</u>	Código
<u>Dom Macrounidad</u>	Código
<u>Dom Mes</u>	Código
<u>Dom Orden Suelo</u>	Código
<u>Dom Paisaje</u>	Código
<u>Dom Pendiente</u>	Código
<u>Dom rango AguaNetaSuelo</u>	Código
<u>Dom rango BrilloSolar</u>	Código
<u>Dom rango ConfortClimatico</u>	Código
<u>Dom rango EvapoTranspiracion</u>	Código
<u>Dom rango Humedad</u>	Código
<u>Dom rango indiceHidrico</u>	Código
<u>Dom rango Lang</u>	Código
<u>Dom rango Martonne</u>	Código
<u>Dom rango NumDiasLluvia</u>	Código
<u>Dom rango Ozono</u>	Código
<u>Dom rango PrecipitacionMedia</u>	Código
<u>Dom rango Radiacion</u>	Código
<u>Dom rango TensionVapor</u>	Código
<u>Dom rango VelocidadMedia</u>	Código
<u>Dom rangoAltura ZRiesgoHeladas</u>	Código
<u>Dom rangoPrec Holdridge</u>	Código
<u>Dom Rangos precipitacion anual</u>	Código
<u>Dom Rangos precipitacion mensual</u>	Código
<u>Dom rangoTemp Holdridge</u>	Código
<u>Dom rangoTemp ZRiesgoHeladas</u>	Código
<u>Dom Reserva Reservas Forestales</u>	Código
<u>Dom riesgo DinamicasNaturales</u>	Código
<u>Dom Riesgo ZRiesgoHeladas</u>	Código
<u>Dom SistemaMorfogenico</u>	Código
<u>Dom SPRM deslizamientos</u>	Código
<u>Dom TempMax ZRiesgoHeladas</u>	Código
<u>Dom TempMedia ZRiesgoHeladas</u>	Código
<u>Dom TempMin ZRiesgoHeladas</u>	Código
<u>Dom Tipo Centro Poblado</u>	Código
<u>Dom Tipo Estacion</u>	Código
<u>Dom tipo FallaGeologica</u>	Código
<u>Dom tipo Koeppen</u>	Código
<u>Dom tipo Pliegue</u>	Código
<u>Dom Unidad Geopedologica Ecosistema</u>	Código
<u>Dom vulnerabilidad DinamicasNaturales</u>	Código
<u>HorizontalAlignment</u>	Código
<u>VerticalAlignment</u>	Código

Estado de Anotación

Propietario	
Descripción	Estado de validación de la anotación
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Entero
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Duplicado
Miembros del Dominio	
Nombre	Valor
Ubicado	0
Sin Ubicar	1

BooleanSymbolValor

Propietario	
Descripción	Validación Si y No
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Entero
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Duplicado
Miembros del Dominio	
Nombre	Valor
Si	1
No	0

CATEGORIZACION

Propietario	
Descripción	Orden jerarquico de las vias o rios
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	String
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto
Miembros del Dominio	
Nombre	Valor
PRIMER ORDEN	1
SEGUNDO ORDEN	2
TERCEN ORDEN	3

cdom_IGAC_Accesib_vias

Propietario	
Descripción	TACC Accesibilidad vías
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Double
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
TransiTablatodo el año	3600
TransiTablaen tiempo seco	3601

cdom_IGAC_Estado_Superf

Propietario	
Descripción	TEDS Estado superficie
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Double
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Pavimentada	3301
Sin pavimentar	3306

cdom_IGAC_Num_Carriles

Propietario	
Descripción	TNUV número carriles
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Double
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Carretera de dos o más carriles	3501
Carretera angosta	3502

cdom_IGAC_Puentes

Propietario	
Descripción	Tipo de puente
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Double
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
---------------	--------------

Peatonal	4300
Férreo	4301
Vehicular - Viaducto	4302

cdom_instituciones_salud

Propietario	
Descripción	
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	String
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
puesto_salud	PUSA
centros_salud	CESA
clinicas	CLIN
hospital_nivel_I	HONU
hospital_nivel_II	HOND
hospital_nivel_III	HONT
hospital_nivel_iv	HONC
ips	INPS
hogar_anciano	HANC
iss	INSS
otras	OTRO

Dom_leyendaPrec_Holdridge

Propietario	
Descripción	Dominio Campo Leyenda_Prec, FC ZonaVidaHoldridge, Dataset Zonificacion_Climatica
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Entero
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Arido	1
Humedo	2
Muy Humedo	3
Muy seco	4
Pluvial	5
Seco	6

Dom_actividad_FallaGeologica

Propietario	
Descripción	Actividad de la falla
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Entero
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Actividad incierta	3
Potencialmente activa	2
Activa	1
No aplica	4

Dom_Ambiente_Morfogenetico

Propietario

Descripción

Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	String
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Aluvial	1
Coluvio Aluvial	2
Eólica	7
Estructural Erosional	3
Fluvio Gravitacional	4
Fluvio Marina	5
Glaciárica	8
Residual (Peneplanicie)	6

Dom_amenaza_DinamicasNaturales

Propietario

Descripción	Clasificación de amenazas para los FC del Dataset Amenazas_DinamicasNaturales
--------------------	----------------------------------------------------------------------------------

Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	String
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Muy Baja	Muy Baja
Baja	Baja
Moderada	Moderada
Alta	Alta
Muy Alta	Muy Alta

Dom_Bioma_Ecosistema

Propietario

Descripción

Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	String
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta	1
Helobioma de La Guajira	2
Zonobioma seco tropical del Caribe	3
Halobioma del Caribe	4
Zonobioma alternohigrico y/o subxerofitico tropical del Alto Magdalena	5
Zonobioma alternohigrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca	6
Helobiosomas del Valle del Cauca	7
Zonobioma hmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia	8
Helobiosomas de la Amazonia y Orinoquia	9
Peinobiosomas de la Amazonia y Orinoquia	10
Litobiosomas de la Amazonia y Orinoquia	11
Zonobioma hmedo tropical del Pacfico y Atrato	12
Helobiosomas del Pacfico y Atrato	13
Halobiosomas del Pacfico	14
Zonobioma hmedo tropical del Magdalena y Caribe	15
Helobiosomas del Magdalena y Caribe	16
Zonobioma hmedo tropical del Catatumbo	17
Helobiosomas del Ro Zulia	18
Orobiosomas bajos de los Andes	19
Orobiosomas medios de los Andes	20
Orobiosomas altos de los Andes	21
Orobiosomas azonales de Cúcuta	22
Orobiosomas azonales Río Dagua	23
Orobiosomas azonales del	24

Río Sogamoso	
Orobiomas azonales del Valle del Patía	25
Helobiomas andinos	26
Orobioma de San Lucas	27
Orobioma de La Macarena	28
Orobioma del Baudó y Darién	29
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira	30
Orobioma medio de Santa Marta	31
Orobioma alto de Santa Marta	32
Bioma insular del Caribe	33
Bioma insular del Pacífico	34

Dom_caracterizacion_UndCronoestrat

Propietario	
Descripción	Simbolo UCR atlas
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Integer
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Q2-m	9192
Q-al	9193
Q-e	9194
Q-ca	9195
Q1-t	9196
N1-Sm	9197
E3n1-Sm	9198
E2-Pi	9199
K2?-Mev5	9200
Q2-l	9201
Q2-vc	9202
Q2-Vm	9203
Q-vc	9204
Q-Vi	9205
Q-p	9206
Q-g	9207
Q1-Sm	9208
Q1-ca	9209
Q1-l	9210
n6n7-VCc	9211
n6n7-St	9212
n6n7-Sm	9213
n6n7-Sc	9214

n5n6-Sm	9215
n4-Pi	9216
n4n6-Sc	9219
n3n5-St	9220
n3n5-Sm	9221
n3n5-Sc	9222
n3n4-Sm	9223
n3n4-Vm	9224
n1n2-St	9225
n1n2-Sc	9226
n1n2-Pi	9227
n1n2-Hi	9228
N2-Vm	9229
N2-Vi	9230
N2-VCc	9231
N2-Sm	9232
N2-Sc	9233
N2Q1-VCc	9234
N2Q1-Sc	9235
N2-p	9236
N2-Pi	9237
n1?n5?-VCc	9239
N1-St	9240
N1-VCm	9241
N1-VCc	9242
e8n3-Sc	9243
e9n1-Vf	9244
e8n2-St	9245
e8n2-Sm	9246
e6e9-Sct	9247
e6e9-Sc	9248
e6e8-Sc	9249
e6e7-Stm	9250
e6e7-VCm	9251
e5e6-St	9252
e5e6-Sm	9253
e3e4-Sm	9254
E3N1-Stm	9255
E3N1-Sct	9256
E3-St	9257
E3-Sm	9258
E3-Sc	9259
E1-St	9261
E2-Hi	9262
E1-Sc	9263
E1-Pm	9264
E-Stm	9265
k6-Stm	9266
k6E1-Stm	9267
k6E1-Sm	9268
k5E1-Stm	9269
k2k6-Sm	9270

k2k6-Mds4	9272
k1k6-Stm	9273
k1k4-Sm	9274
k1?k5-Sm	9275
k1?k5?-Sm	9276
K2-Vu4	9277
K2-Vm4	9278
K2-Vf4	9279
K2-Pu4	9280
K2-Pm4	9281
K2-Pi	9282
K2-Pf4	9283
K2?-Pu5	9284
K2?-Pm5	9285
b6k6-Stm	9286
b6k5-Sm	9287
b6k1-Stm	9289
b6k1?-Sctm	9290
b6?k1-Sm	9291
b5k6-Sm	9293
b5k1-Sm	9294
b5b6-Sm	9295
b5b6-Sctm	9296
b5?b6-Sctm	9298
b4b6-Sm	9300
b4b6-Stm	9301
b3?b5?-Sc	9302
b2-Vf	9303
b2k1-Sm	9304
b2b6-Stm	9305
b2b6-Sm	9306
b2b5-Sctm	9307
b1-Sctm	9308
b1-Sct	9309
b1k1-Sm	9310
b1b5-Stm	9311
b1b2-Stm	9312
b1b2-Sctm	9313
b1?b4-Sct	9314
K1-VCm	9315
K1-Sct	9316
K1-Pu	9317
K1-Pm	9318
K1-Pi	9319
K1-Pf	9320
K1-Mea	9321
J3-Sc	9322
J2J3-Sm	9323
J1J2-VCct	9325
J1-St	9326
J-Vf	9327
J-Hf	9328

T3J1-VCc	9329
T3J-Pi	9330
T3-Sm	9331
PT-VCm	9332
P?T?-Sc	9333
P-Sctm	9336
C2P-Sm	9337
C-Sm	9338
DC-Sctm	9339
D2D3-Sctm	9340
OS?-Mev	9343
O3S1-Pf	9345
O1-Pf	9346
O1-Ma	9347
O-Sm	9348
CAO-Sm	9349
CAO-Mev	9350
PZ-Sm	9351
PZ-Mm	9352
NP?CA?-Pu2	9353
NP?CA?-Mg2	9354
NP?CA?-Mev2	9355
NP?CA?-Ma2	9356
NP?-Ma3	9357
NP-VCc1	9358
NP-Pm1	9359
MP3NP1-Mg2	9360
MP-Msev1	9361
MP-Pf1	9362
PP-Ma1	9363
Q-Vf	9364
Q2-Sm	9365
Por definir	0
E2-VCm	9260
J2J3-VCc	9324
b4?b6-Stm	9366
K2-Pm	9369
N-Sc	9370
n5n9-Hi	9371
P-Pf	9372
T-Pi	9373
T-Pm	9374
S4D1-Mev	9382
O-Pf	9344
b6k2-Msev	9367
D?-Pf	9368

dom_CategoriaAP

Propietario	
Descripción	Categoría de Áreas Protegidas
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	String
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Reserva Natural	RN
Área Natural Única	ANU
Santuario de Flora	SF
Santuario de Flora y Fauna	SFF
Vía Parque	VP
Reserva Forestal Protectora	RFP
Parque Natural Regional	PNR
Parque Nacional Natural	PNN
Distrito de Manejo Integrado	DMI
Distrito de Conservación de Suelos	DCS
Áreas de Recreación	AR
Distrito Regional de Manejo Integrado	DRMI
Reserva Forestal Protectora Nacional	RFPN
Reserva Forestal Protectora Regional	RFPR
Reserva Natural de la Sociedad Civil	RNSC

Dom_clasificacion_AreaPrioritariaIncendios

Propietario	
Descripción	clasificación de áreas prioritarias para incendios
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	String
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
---------------	--------------

Dom_Clima_Ecosistema

Propietario	
Descripción	
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	String
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Cálido Árido	1
Cálido Muy Seco	2
Cálido Seco	3
Cálido Húmedo	4
Cálido Muy Húmedo	5
Cálido Pluvial	6
Templado Muy Seco	7
Templado Seco	8
Templado Húmedo	9
Templado Muy Húmedo	10
Templado Pluvial	11
Frío Muy Seco	12
Frío Seco	13
Frío Húmedo	14
Frío Muy Húmedo	15
Muy Frío Muy Seco	16
Muy Frío Seco	17
Muy Frío Húmedo	18
Muy Frío Muy Húmedo	19
Extremadamente Frío Muy Seco	20
Extremadamente Frío Seco	21
Extremadamente Frío Húmedo	22
Extremadamente Frío Muy Húmedo	23
Nival Muy Seco	24
Nival Seco	25

Dom_clima_Holdridge

Propietario	
Descripción	Dominio Campo Clima, FC ZonaVidaHoldridge, Dataset Zonificacion_Climatica
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Entero
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Calido arido	1
Calido humedo	2

Calido muy humedo	3
Calido muy seco	4
Calido pluvial	5
Calido seco	6
Extremadamente frio humedo	7
Extremadamente frio muy humedo	8
Extremadamente frio muy seco	9
Extremadamente frio seco	10
Frio humedo	11
Frio muy humedo	12
Frio muy seco	13
Frio pluvial	14
Frio seco	15
Muy frio humedo	16
Muy frio muy humedo	17
Muy frio muy seco	18
Muy frio seco	19
Nival muy seco	20
Nival seco	21
Templado humedo	22
Templado muy humedo	23
Templado muy seco	24
Templado pluvial	25
Templado seco	26

Dom_clima_Koeppen

Propietario	
Descripción	Dominio Campo Clima, Tabla Koeppen, Meteorología
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Entero
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Frío de alta montaña	1
Seco desértico muy caliente	2
Seco estepario muy caliente	3
Templado frío húmedo con lluvias de moderada intensidad	4
Templado húmedo de invierno seco frío	5
Templado húmedo de invierno seco templado	6
Templado húmedo de verano seco frío	7
Templado húmedo de verano seco templado	8
Templado templado húmedo con lluvias de moderada intensidad	9
Tropical lluvioso de bosque isotermal	10
Tropical lluvioso de sabana isotermal	11
Tropical lluvioso de selva isotermal	12

Dom_clima_Lang

Propietario	
Descripción	Dominio campo Clima, FC ClasificaciónCaldas_Lang, Dataset Zonificación_Climática
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Entero
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Árido	1
Desértico	2
Húmedo	3
Semiárido	4
Semihúmedo	5
Superhúmedo	6

Dom_Cobertura_Ecosistema

Propietario

Descripción

Tipo de Dominio Código

Tipo de Campo String

Combinación Valor por Defecto

Partición Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre Valor

Áreas urbanas 11

Áreas mayormente alteradas 12

Cultivos anuales o transitorios 21

Cultivos semipermanentes y permanentes 22

Pastos 23

Áreas agrícolas heterogéneas 24

Bosques plantados 26

Bosques naturales 31

Vegetación secundaria 32

Arbustales 33

Herbazales 34

Zonas desnudas, sin o con poca vegetación 35

Afloramientos rocosos 36

Glaciares y nieves 37

Hidrofitia continental 41

Herbáceas y arbustivas costeras 42

Aguas continentales naturales 51

Aguas continentales artificiales 52

Lagunas costeras 54

Dom_codigo_cobTierra

Propietario	
Descripción	
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	String
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto
Miembros del Dominio	
Nombre	Valor

Dom_descripcion_cobTierra

Propietario	
Descripción	
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	String
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto
Miembros del Dominio	
Nombre	Valor

Dom_descripcion_undVegetal

Propietario	
Descripción	
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	String
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto
Miembros del Dominio	
Nombre	Valor

Dom_Drenaje

Propietario	
Descripción	
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	String
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto
Miembros del Dominio	
Nombre	Valor
Imperfecto a excesivo	2
Pobre a muy pobre	1

Dom_Edad_Amenaza

Propietario**Descripción****Tipo de Dominio** Código**Tipo de Campo** String**Combinación** Valor por Defecto**Partición** Valor por Defecto**Miembros del Dominio****Nombre** **Valor**

Histórica Historica

Holocénica Holocenica

Pleistocénica Pleistocenica

Pleistocénica - Histórica Pleistocenica - Historica

Pleistocénica - Holocénica Pleistocenica - Holocenica

Dom_escenarios_DinamicasNaturales

Propietario**Descripción**Clasificacion de escenarios para los FC del Dataset
Escenarios_DinamicasNaturales**Tipo de Dominio** Código**Tipo de Campo** String**Combinación** Valor por Defecto**Partición** Valor por Defecto**Miembros del Dominio****Nombre** **Valor**

Muy Baja Muy Baja

Baja Baja

Moderada Moderada

Alta Alta

Muy Alta Muy Alta

Dom_Estado_Estacion

Propietario**Descripción****Tipo de Dominio** Código**Tipo de Campo** String**Combinación** Valor por Defecto**Partición** Valor por Defecto**Miembros del Dominio****Nombre** **Valor**

Activa ACT

Suspendida SUS

Suspendida temporalmente SUT

Dom_existe

Propietario	
Descripción	Dominio booleano, 0: no existe; 1: existe
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Entero
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
EXISTE	1
NO EXISTE	2

Dom_Grado_Amenaza

Propietario	
Descripción	
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	String
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Alto	Alto
Medio	Medio
Bajo	Bajo
Alto(trenzados)	Alto - Bajo
Bajo(meándricos)	

Dom_imagenes_LandSAT

Propietario	
Descripción	Path y Row de la grilla de imagenes LANDSAT para colombia
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Integer
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Path 4 Row 56	4056
Path 4 Row 57	4057
Path 4 Row 58	4058
Path 4 Row 59	4059
Path 4 Row 60	4060
Path 4 Row 61	4061
Path 4 Row 62	4062
Path 4 Row 63	4063
Path 9 Row 52	9052
Path 9 Row 53	9053
Path 9 Row 54	9054
Path 9 Row 55	9055

Path 9 Row 56	9056
Path 9 Row 57	9057
Path 9 Row 58	9058
Path 9 Row 59	9059
Path 9 Row 60	9060
Path 7 Row 51	7051
Path 7 Row 52	7052
Path 7 Row 54	7054
Path 7 Row 55	7055
Path 7 Row 56	7056
Path 7 Row 57	7057
Path 7 Row 58	7058
Path 7 Row 59	7059
Path 7 Row 60	7060
Path 7 Row 61	7061
Path 5 Row 55	5055
Path 5 Row 56	5056
Path 5 Row 57	5057
Path 5 Row 58	5058
Path 5 Row 59	5059
Path 5 Row 60	5060
Path 5 Row 61	5061
Path 5 Row 62	5062
Path 3 Row 57	3057
Path 3 Row 58	3058
Path 3 Row 59	3059
Path 10 Row 53	10053
Path 10 Row 54	10054
Path 10 Row 55	10055
Path 10 Row 56	10056
Path 10 Row 57	10057
Path 10 Row 58	10058
Path 10 Row 59	10059
Path 8 Row 51	8051
Path 8 Row 52	8052
Path 8 Row 53	8053
Path 8 Row 54	8054
Path 8 Row 55	8055
Path 8 Row 56	8056
Path 8 Row 57	8057
Path 8 Row 58	8058
Path 8 Row 59	8059
Path 8 Row 60	8060
Path 6 Row 55	6055
Path 6 Row 56	6056
Path 6 Row 57	6057
Path 6 Row 58	6058
Path 6 Row 59	6059
Path 6 Row 60	6060
Path 6 Row 61	6061
Path 6 Row 62	6062

Dom_indice_indiceAridez

Propietario	
Descripción	Dominio Campo Indice_ari, tabla indAridez, meteorologia
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Entero
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
> 2.80	1
0.00 - 0.65	2
0.65 - 0.75	3
0.75 - 0.80	4
0.80 - 1.20	5
1.20 - 1.40	6
1.40 - 2.00	7
2.00 - 2.40	8
2.40 - 2.80	9

Dom_leyendaTemp_Holdridge

Propietario	
Descripción	Dominio Campo Leyenda_Temp, FC ZonaVidaHoldridge, Dataset Zonificacion_Climatica
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Entero
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Calido	1
Extremadamente frio	2
Frio	3
Muy frio	4
Nival	5
Templado	6

Dom_Macrounidad

Propietario	
Descripción	
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	String
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Dominio Amazonico	DA
Dominio Orinoques	DO
Depresiones Tectónicas	DT
Litorales	LT

Montaña Alta	MA
Montaña Baja	MB
Montaña Media	MM

Dom_Mes

Propietario	
Descripción	
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	String
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Enero	ENE
Febrero	FEB
Marzo	MAR
Abril	ABR
Mayo	MAY
Junio	JUN
Julio	JUL
Agosto	AGO
Septiembre	SEP
Octubre	OCT
Noviembre	NOV
Diciembre	DIC

Dom_Orden_Suelo

Propietario	
Descripción	
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	String
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Entisoles	6
Entisoles, Inceptisoles	7
Entisoles, Inceptisoles, Alfisolos	9
Entisoles, Inceptisoles, Alfisolos, Mollisoles	3
Entisoles, Inceptisoles, Alfisolos, Mollisoles,	11
Aridisoles	
Entisoles, Inceptisoles, Alfisolos, Mollisoles,	1
Histosoles, Vertisoles	
Entisoles, Inceptisoles, Mollisoles, Andisoles,	13
Alfisolos	

Entisoles, Inceptisoles, Mollisoles, Ultisoles	8
Entisoles, Inceptisoles, Oxisoles	4
Entisoles, Inceptisoles, Vertisoles	2
Entisoles, Oxisoles, Spodosoles	10
Histosoles, Entisoles, Inceptisoles	14
Histosoles, Entisoles, Inceptisoles, Vertisoles,	5
Molisolos, Aridisoles	
Inceptisoles, Oxisoles	12

Dom_Paisaje

Propietario

Descripción

Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	String
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Altiplanicie	5
Lomerío	6
Montaña	7
Piedemonte	3
Planicie	2
Superficie de Aplanamiento	4
Valle	1

Dom_Pendiente

Propietario

Descripción

Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	String
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
< 7%	1
< 12%	3
< 25%	5
< 50%	7
> 7%	2
> 12%	4
> 25%	6
> 50%	8

indeterm. 9

Dom_rango_AguaNetaSuelo

Propietario		
Descripción	Dominio Campo Rango, FC AguaNeta_Suelo, Dataset Indicadores_Agrometeorologicos	
Tipo de Dominio	Código	
Tipo de Campo	Entero	
Combinación	Valor por Defecto	
Partición	Valor por Defecto	
Miembros del Dominio		
Nombre	Valor	
-1000 - -500	1	
-500 - 0	2	
0 - 500	5	
1000 - 2000	6	
2000 - 2500	7	
2500 - 3000	8	
3000 - 4000	9	
500 - 1000	10	
< -1000	3	
> 4000	4	

Dom_rango_BrilloSolar

Propietario		
Descripción	Dominio Campo Rango, FC BrilloSolar_PM1971_2000, Dataset Indicadores_Climatologicos	
Tipo de Dominio	Código	
Tipo de Campo	Entero	
Combinación	Valor por Defecto	
Partición	Valor por Defecto	
Miembros del Dominio		
Nombre	Valor	
500-900	1	
900-1300	2	
1300-1700	3	
1700-2100	4	
2100-2500	5	
2500-2900	6	
>2900	7	

Dom_rango_ConfortClimatico

Propietario		
Descripción	Dominio Campo Rango, FC ConfortClimatico, Dataset Indicadores_Climatologicos	
Tipo de Dominio	Código	
Tipo de Campo	Entero	
Combinación	Valor por Defecto	
Partición	Valor por Defecto	

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Incomodamente caluroso (0-3)	1
Caluroso (3-5)	2
Calido (5-7)	3
Agradable (7-11)	4
Algo frio (11-13)	5
Frio (13-15)	6
Muy frio (Mayor a 15)	7

Dom_rango_EvapoTranspiracion

Propietario

Descripción Dominio Campo Rango, FC ETP_TA, Dataset Indicadores_Agrometeorologicos

Tipo de Dominio Código

Tipo de Campo Entero

Combinación Valor por Defecto

Partición Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
400-600	1
600-800	2
800-1000	3
1000-1200	4
1200-1400	5
1400-1600	6
1600-1800	7
1800-2200	8

Dom_rango_Humedad

Propietario

Descripción Dominio Campo Rangos, tabla humedad, meteorologia

Tipo de Dominio Código

Tipo de Campo Entero

Combinación Valor por Defecto

Partición Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
65 - 70%	1
70 - 75%	2
75 - 80%	3
80 - 85%	4
85 - 90%	5
90 - 95%	6

Dom_rango_indiceHidrico

Propietario	
Descripción	Dominio campo GridCode, tabla indice hidrico, Meteorologia
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Entero
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
<- 40 Arido (Déficit mayor a 1000 mm/año)	1
-40 - -20 Semiarido (Déficit de 500 a 1000 mm/año)	2
-20 - 20 Seco (Déficit de 0 a 500 mm/año)	3
20 - 60 Adecuado (Exceso de 0 a 500 mm/año)	4
60 - 80 Ligeramente humedo (Exceso de 500 a 1000 mm/año)	5
80 - 100 Moderadamente humedo (Exceso de 1000 a 1500 mm/año)	6
100 - 150 Muy humedo (Exceso de 1500 a 2000 mm/año)	7
> 150 Super humedo (Exceso superior a 2000 mm/año)	8

Dom_rango_Lang

Propietario	
Descripción	Dominio campo Rango, FC ClasificacionCaldas_Lang, Dataset Zonificacion_Climatica
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Entero
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
> 160	1
0 - 20	2
100 - 160	3
20 - 40	4
40 - 60	5
60 - 100	6

Dom_rango_Martonne

Propietario

Descripción Dominio campo Rango, FC ClasificacionMartonne, Dataset Zonificacion_Climatica

Tipo de Dominio Código

Tipo de Campo Entero

Combinación Valor por Defecto

Partición Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
--------	-------

Arido (0 - 5)	1
---------------	---

Humedo (30 - 70)	2
------------------	---

Humedo lluvioso (70 - 150)	3
----------------------------	---

Humedo lluvioso sin dif. (> 150)	4
----------------------------------	---

Semiarido (5 - 10)	5
--------------------	---

Subhumedo (10 - 30)	6
---------------------	---

Dom_rango_NumDiasLluvia

Propietario

Descripción Dominio campo rango, FC NumeroDiasLluvia_PM1971_2000, Dataset Indicadores_Climatologicos

Tipo de Dominio Código

Tipo de Campo Entero

Combinación Valor por Defecto

Partición Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
--------	-------

0 a 50 días	1
-------------	---

50 a 100 días	2
---------------	---

100 a 150 días	3
----------------	---

150 a 200 días	4
----------------	---

200 a 250 días	5
----------------	---

250 a 300 días	6
----------------	---

300 a 350 días	7
----------------	---

Dom_rango_Ozono

Propietario

Descripción Dominio campo rango, FC Ozono_PM1979_2003, Dataset Indicadores_Climatologicos

Tipo de Dominio Código

Tipo de Campo Entero

Combinación Valor por Defecto

Partición Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
--------	-------

255 - 258	1
-----------	---

258 - 261	2
-----------	---

261 - 264	3
264 - 267	4

Dom_rango_PrecipitacionMedia

Propietario	
Descripción	Dominio campo Rango, FC PrecipitacionMedia_PM1971_2000, Dataset Indicadores_Climatologicos
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Entero
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
0-500	1
500-1000	2
1000-1500	3
1500-2000	4
2000-2500	5
2500-3000	6
3000-4000	7
4000-5000	8
5000-7000	9
7000-9000	10
9000-11000	11
>11000	12

Dom_rango_Radiacion

Propietario	
Descripción	dominio campo Rango, FCRadiacionSolar_PM1971_2000, Dataset Indicadores_Climatologicos
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Entero
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
3.0 - 3.5	1
3.5 - 4.0	2
4.0 - 4.5	3
4.5 - 5.0	4
5.0 - 5.5	5
5.5 - 6.0	6
6.0 - 6.5	7

Dom_rango_TensionVapor

Propietario	
Descripción	dominio campo rango, FC TensionVapor_PM1971_2000, Dataset Indicadores_Climatologicos
Tipo de Dominio	Código

Tipo de Campo	Entero
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
5-10	1
10-15	2
15-20	3
20-25	4
25-30	5
30-35	6

Dom_rango_VelocidadMedia

Propietario

Descripción Dominio campo Rangos, FC VelocidadMediaViento_PM1971_2000, Dataset Indicadores_Climaticos

Tipo de Dominio Código

Tipo de Campo Entero

Combinación Valor por Defecto

Partición Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
0.0 - 0.5 m/s	1
0.5 - 1.0 m/s	2
1.0 - 1.5 m/s	3
1.5 - 2.0 m/s	4
2.0 - 2.5 m/s	5
2.5 - 3.0 m/s	6
3.0 - 3.5 m/s	7
3.5 - 4.0 m/s	8
4.0 - 4.5 m/s	9
4.5 - 5.0 m/s	10
5.0 - 5.5 m/s	11
5.5 - 6.0 m/s	12
6.0 - 6.5 m/s	13

Dom_rangoAltura_ZRiesgoHeladas

Propietario

Descripción Dominio Campo Altura_ran, FC ZonaRiesgoHeladas, dataset Zonificacion_Climatica

Tipo de Dominio Código

Tipo de Campo Entero

Combinación Valor por Defecto

Partición Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
2500 - 2800	1
2800 - 3000	2
3000 - 3500	3

Dom_rangoPrec_Holdridge

Propietario

Descripción Dominio Campo RangoPrec, FC ZonaVidaHoldridge, Dataset Zonificacion_Climatica

Tipo de Dominio Código

Tipo de Campo Entero

Combinación Valor por Defecto

Partición Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
--------	-------

Entre 0 y 500 mm/año	1
----------------------	---

Entre 1.000 y 2.000 mm/año	2
----------------------------	---

Entre 2.000 y 3.000 mm/año	3
----------------------------	---

Entre 3.000 y 7.000 mm/año	4
----------------------------	---

Entre 500 y 1.000 mm/año	5
--------------------------	---

Mayor a 7.000 mm/año	6
----------------------	---

Dom_Rangos_precipitacion_anual

Propietario**Descripción**

Tipo de Dominio Código

Tipo de Campo Entero

Combinación Valor por Defecto

Partición Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
--------	-------

1	1
---	---

2	2
---	---

3	3
---	---

4	4
---	---

5	5
---	---

6	6
---	---

7	7
---	---

8	8
---	---

9	9
---	---

10	10
----	----

11	11
----	----

12	12
----	----

Dom_Rangos_precipitacion_mensual

Propietario**Descripción**

Tipo de Dominio Código

Tipo de Campo Entero

Combinación Valor por Defecto

Partición Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre **Valor**

1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9

Dom_rangoTemp_Holdridge

Propietario

Descripción Dominio Campo Rango_Temp, FC ZonaVidaHoldridge, Dataset Zonificacion_Climatica

Tipo de Dominio Código

Tipo de Campo Entero

Combinación Valor por Defecto

Partición Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre **Valor**

Mayores a 24 °C	1
Entre 18°C y 24°C	2
Entre 12°C y 18°C	3
Entre 6°C y 12°C	4
Entre 1.5 y 6°C	5
Menores a 1,5	6

Dom_rangoTemp_ZRiesgoHeladas

Propietario

Descripción Dominio campo RANGO_TEMP, FC ZonaRiesgoHeladas, dataset Zonificacion_Climatica

Tipo de Dominio Código

Tipo de Campo Entero

Combinación Valor por Defecto

Partición Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre **Valor**

15 - 18	1
---------	---

Dom_Reserva_Reservas_Forestales

Propietario	
Descripción	Dominio Campo Reserva, tabla Reservas Forestales
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	String
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Central	1
Magdalena	2
Pacífico	3
Reserva de la Amazonia	4
Reserva Forestal del Cocuy	5
Reserva Forestal Los Motilones	6
Sierra Nevada de Santa Marta	7

Dom_riesgo_DinamicasNaturales

Propietario	
Descripción	Clasificación de riesgo para los FC del Dataset Riesgos_DinamicasNaturales
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	String
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Muy Baja	Muy Baja
Baja	Baja
Moderada	Moderada
Alta	Alta
Muy Alta	Muy Alta

Dom_Riesgo_ZRiesgoHeladas

Propietario	
Descripción	Dominio campo Riesgo, FC ZonaRiesgoHeladas, dataset Zonificacion_Climatica
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Entero
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
alto	1
bajo	2
moderado	3

Dom_SistemaMorfogenico

Propietario

Descripción

Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	String
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Sistemas aluviales	DAf
Plataformas	DAP
Geoformas residuales del Escudo Guayanes	DAR
La altillanura	DOa
Sistemas aluviales de la altillanura	DOf
Llanos Orientales	DOo
Sistemas aluviales de los Llanos Orientales	DOR
Relieves en formaciones sedimentarias plegadas e intrusivos residuales	DTd
Llanuras aluviales	DTI
Modelados en sedimentos epicontinentales	DTm
Piedemontes	DTp
Litoral de dominio micromareal	LTc
Litoral de dominio macromareal	LTp
Glaciar	MAG
Hlaciario heredado	MAh
Montaña alto andina inesTabla	MAi
Periglaciario	MAp
Cordillera Baudo-Darien	MBb
Escarpes de retroceso con pendiente cóncava	MBe
Montañas bajas de la Guajira	MBg
Precordillera	MBp
Altiplanos y sus bordes	MMA
Divisorias cordilleranas	MMd
Lagos y embalses con bordes en sedimentación	MMe
Conos fluvioglaciares	MMf
La red de drenaje	MMr
Vertientes medias	MMv

Dom_SPRM_deslizamientos

Propietario	
Descripción	dominio susceptibilidad por remosion en masa
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Entero
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
ALTA SUSCEPTIBILIDAD A PRM	1
BAJA SUSCEPTIBILIDAD A PRM	2
MODERADA SUSCEPTIBILIDAD A PRM	3
MUY ALTA SUSCEPTIBILIDAD A PRM	4
MUY BAJA SUSCEPTIBILIDAD A PRM	5
NO SUSCEPTIBLE A PRM	6

Dom_TempMax_ZRiesgoHeladas

Propietario	
Descripción	dominio campo Temp_max, FC ZonaRiesgoHeladas, dataset Zonificacion_Climatica
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Entero
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
13 - 14,4	1
14,4 - 16,3	2
9,8 - 13	3

Dom_TempMedia_ZRiesgoHeladas

Propietario	
Descripción	Dominio campo temp_media, FC ZonaRiesgoHeladas, dataset Zonificacion_Climatica
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Entero
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
10 - 12	1
5,4 - 8,7	2

8,7 - 10 3

Dom_TempMin_ZRiesgoHeladas

Propietario	
Descripción	Dominio campo temp_min, FC ZonaRiesgoHeladas, dataset Zonificacion_Climatica
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Entero
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto
Miembros del Dominio	
Nombre	Valor
0 - 3,2	1
3,2 - 4,5	2
4,5 - 6,5	3

Dom_Tipo_Centro_Poblado

Propietario	
Descripción	
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	String
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto
Miembros del Dominio	
Nombre	Valor
Cabecera Municipal	CM
Centro Poblado	C
Inspección de Policia	PD
Casero	CAS
Sin Datos	ND

Dom_Tipo_Estacion

Propietario	
Descripción	
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	String
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto
Miembros del Dominio	
Nombre	Valor
Convencional	CON
Automática con telemetría	AUT
Automática sin telemetría	AUS
Monitoreo en campaña	MOC

Dom_tipo_FallaGeologica

Propietario	
Descripción	Tripo falla Atlas
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Integer
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Sin definir	0
Falla	100000
Falla inferida	100100
Falla cubierta	100300
Falla normal	110000
Falla normal inferida	110100
Falla normal cubierta	110300
Falla inversa o de cabalgamiento	120000
Falla inversa o de cabalgamiento inferida	120100
Falla inversa o de cabalgamiento cubierta	120300
Falla de rumbo dextral	130000
Falla de rumbo dextral inferida	130100
Falla de rumbo dextral cubierta	130300
Falla de rumbo sinestral	135000
Falla de rumbo sinestral inferida	135100
Falla de rumbo sinestral cubierta	135300
Lineamiento	180000

Dom_tipo_Koeppen

Propietario	
Descripción	Dominio Campo Tipo, tabla Koeppen, Meteorologia
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Entero
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Afi	1
Ami	2
Awi	3
BSh	4
BWh	5
Cfb	6
Cfc	7

Csb	8
Csc	9
Cwb	10
Cwc	11
EB	12

Dom_tipo_Pliegue

Propietario	
Descripción	Tipo Pliegue
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Integer
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Anticlinal volcado con cabeceo	540000
Anticlinal volcado con doble cabeceo	560000
Sinclinal	400000
Sinclinal inferido	400100
Sinclinal cubierto	400300
Sinclinal con cabeceo	410000
Sinclinal con cabeceo inferido	410100
Por definir	0
Anticlinal volcado con cabeceo inferido	540100
Anticlinal volcado con cabeceo cubierto	540300
Anticlinal volcado con doble cabeceo inferido	560100
Anticlinal volcado con doble cabeceo cubierto	560300
Sinclinal con cabeceo cubierto	410300
Sinclinal con doble cabeceo	420000
Sinclinal con doble cabeceo inferido	420100
Sinclinal con doble cabeceo cubierto	420300
Sinclinal con flancos invertidos	407000
Sinclinal con flancos invertidos inferido	407100
Sinclinal con flancos invertidos cubierto	407300
Sinclinal volcado	430000
Sinclinal volcado inferido	430100
Sinclinal volcado cubierto	430300

Sinclinal volcado con cabeceo	440000
Sinclinal volcado con cabeceo inferido	440100
Sinclinal volcado con cabeceo cubierto	440300
Sinclinal volcado con doble cabeceo	460000
Sinclinal volcado con doble cabeceo inferido	460100
Sinclinal volcado con doble cabeceo cubierto	460300
Anticlinal	500000
Anticlinal cubierto	500300
Anticlinal con cabeceo	510000
Anticlinal con doble cabeceo	520000
Anticlinal volcado	530000

Dom_Unidad_Geopedologica_Ecosistema

Propietario

Descripción

Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	String
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Altiplanicie Estructural Erosional, < 7%, Pobre a muy pobre	AS1i
Altiplanicie Estructural Erosional, < 7%, Imperfecto a excesivo	AS1n
Altiplanicie Estructural Erosional, > 7%, Imperfecto a excesivo	AS2n
Cuerpos de Agua	CA
Lomerío Fluvio Gravitacional, < 25%, Imperfecto a excesivo	LH5n
Lomerío Fluvio Gravitacional, > 25%, Imperfecto a excesivo	LH6n
Lomerío Estructural Erosional, < 25%, Imperfecto a excesivo	LS5n
Lomerío Estructural Erosional, > 25%, Imperfecto a excesivo	LS6n
Montaña Glaciárica,	MG9n

Imperfecto a excesivo Montaña Fluvio Gravitacional, < 50%, Imperfecto a excesivo Montaña Fluvio Gravitacional, > 50%, Imperfecto a excesivo Montaña Estructural Erosional, < 50%, Imperfecto a excesivo Montaña Estructural Erosional, > 50%, Imperfecto a excesivo Piedemonte Aluvial, < 12%, Pobre a muy pobre Piedemonte Aluvial, < 12%, Imperfecto a excesivo Piedemonte Aluvial, > 12%, Imperfecto a excesivo Piedemonte Coluvio Aluvial, < 12%, Imperfecto a excesivo Piedemonte Coluvio Aluvial, > 12%, Imperfecto a excesivo Planicie Aluvial, < 7%, Pobre a muy pobre Planicie Aluvial, < 7%, Imperfecto a excesivo Planicie Aluvial, > 7%, Imperfecto a excesivo Planicie Eólica, < 7%, Pobre a muy pobre Planicie Eólica, < 7%, Imperfecto a excesivo Planicie Eólica, > 7%, Imperfecto a excesivo Planicie Fluvio Marina, < 7%, Pobre a muy pobre Planicie Fluvio Marina, < 7%, Imperfecto a excesivo Superficie de Aplanamiento Residual (Peneplanicie), < 7%, Pobre a muy pobre Superficie de Aplanamiento Residual (Peneplanicie), < 7%, Imperfecto a excesivo	MH7n MH8n MS7n MS8n PA3i PA3n PA4n PX3n PX4n QA1i QA1n QA2n QE1i QE1n QE2n QY1i QY1n SR1i SR1n
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Superficie de Aplanamiento Residual (Peneplanicie), > 7%, Imperfecto a excesivo	SR2n
Valle Aluvial, < 7%, Pobre a muy pobre	VA1i
Valle Aluvial, < 7%, Imperfecto a excesivo	VA1n
Zonas Urbanas	ZU

Dom_vulnerabilidad_DinamicasNaturales

Propietario

Descripción	Clasificación de vulnerabilidad para los FC del Dataset Amenazas_DinamicasNaturales
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	String
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Valor por Defecto

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Muy Baja	Muy Baja
Baja	Baja
Moderada	Moderada
Alta	Alta
Muy Alta	Muy Alta

HorizontalAlignment

Propietario	
Descripción	Valid horizontal symbol alignment values.
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Entero
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Duplicado

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
Left	0
Center	1
Right	2
Full	3

VerticalAlignment

Propietario	
Descripción	Valid symbol vertical alignment values.
Tipo de Dominio	Código
Tipo de Campo	Entero
Combinación	Valor por Defecto
Partición	Duplicado

Miembros del Dominio

Nombre	Valor
--------	-------

Top	0
Center	1
Baseline	2
Bottom	3

Objetos

Nombre	Tipo	Geometría	Subtipo
Aguas_Superficiales SR			
<u>Drenaje_Doble</u>	Simple FeatureClass	Polígono	-
<u>Drenaje_Sencillo</u>	Simple FeatureClass	Polilínea	-
<u>Embalse</u>	Simple FeatureClass	Polígono	-
<u>Lago_Laguna</u>	Simple FeatureClass	Polígono	-
Cobertura_Tierra SR			
<u>CoberturaTierra_1993</u>	Simple FeatureClass	Polígono	-
<u>CoberturaTierra_2000</u>	Simple FeatureClass	Polígono	-
<u>CoberturaTierra_2007</u>	Simple FeatureClass	Polígono	-
<u>CoberturaTierra_2040</u>	Simple FeatureClass	Polígono	-
CoberturaVeg_UsO_Ocup SR			
<u>CambioCoberturaVegetal_00_07</u>	Simple FeatureClass	Polígono	-
<u>CambioCoberturaVegetal_93_00</u>	Simple FeatureClass	Polígono	-
Entidades_Territoriales SR			
<u>Centro_Poblado</u>	Simple FeatureClass	Polígono	C. Poblado, I. Policia, Caserio Cabecera Capital
<u>Departamento</u>	Simple FeatureClass	Polígono	-
<u>Municipio</u>	Simple FeatureClass	Polígono	-
Equipamiento_Municipal SR			
<u>Educativo</u>	Simple FeatureClass	Punto	Rural Urbano
<u>Salud</u>	Simple FeatureClass	Punto	-
Eventos_DinamicasNaturales SR			
<u>IncendiosTotal_1986_2005</u>	Simple FeatureClass	Polígono	-

SocEcon_Poblacion				SR
HallazgosArqueologicos	Simple FeatureClass	Punto	-	
RangoHaPredial	Simple FeatureClass	Polígono	-	
SitioInteres	Simple FeatureClass	Punto	-	
Susceptibilidad_DinamicasNaturales				SR
SuscepDesertificacion	Simple FeatureClass	Polígono	-	
SuscepIncendios_CondNormal	Simple FeatureClass	Polígono	-	
SuscepIncendios_Nino	Simple FeatureClass	Polígono	-	
SuscepInundacion	Simple FeatureClass	Polígono	-	
SuscepSalinizacion	Simple FeatureClass	Polígono	-	
Transporte				SR
Aeropuerto_P	Simple FeatureClass	Punto	-	
Puente	Simple FeatureClass	Punto	-	
Red_Hidrocarburos	Simple FeatureClass	Polilínea	-	
RedAltaTension	Simple FeatureClass	Polilínea	-	
Via	Simple FeatureClass	Polilínea	-	
Via_Ferrea	Simple FeatureClass	Polilínea	-	
Unidades_Administrativas				SR
Parques_Nacionales	Simple FeatureClass	Polígono	-	
Uso_Tierras				SR
Conflicto_uso	Simple FeatureClass	Polígono	-	
Vocacion_uso	Simple FeatureClass	Polígono	-	
Stand Alone ObjectClass(s)				
ActividadAgricolaMunicipio	Tabla	-	-	
ActividadEconomicaPersona	Tabla	-	-	
CombustibleVivienda	Tabla	-	-	
DemandaAguaMunicipio	Tabla	-	-	
EstadoCatastralMunicipio	Tabla	-	-	
MaterialParedesVivienda	Tabla	-	-	
MaterialPisosVivienda	Tabla	-	-	
PoblacionCenso85_20	Tabla	-	-	

PoblacionEdadesQuinquenales	Tabla	-	-
PoblacionNBIMiseria	Tabla	-	-
PoblacionSisben	Tabla	-	-
TasaCrecimientoPoblacional93_05	Tabla	-	-

ActividadAgricolaMunicipio

Alias ActividadAgricolaMunicipio

Tipo de Dataset Tabla

Tipo de Entidad

Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
Municipio			String	0	0	255	Si
Cultivo			String	0	0	255	Si
AreaSemabradaHa			Double	0	0	8	Si
AreaCosechadaHa			Double	0	0	8	Si
ProduccionTon			Double	0	0	8	Si
RendimientoTon_Ha			Double	0	0	8	Si
TipoDeCultivo			String	0	0	255	Si
NUM_DANE			Integer	0	0	4	Si

SubTipoNombre	Valor por Defecto	Dominio
Index Nombre	Ascendente	Único
FDO_OBJECTID	Si	Si
		Campos
		OBJECTID

ActividadEconomicaPersona

Alias ActividadEconomicaPersona

Tipo de Dataset Tabla

Tipo de Entidad

Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
MUNICIPIO			String	0	0	255	Si
U_SinActividad			Double	0	0	8	Si
U_SinActividadPorc			Double	0	0	8	Si
U_Trabajando			Double	0	0	8	Si
U_TrabajandoPorc			Double	0	0	8	Si
U_BuscandoTrabajo			Double	0	0	8	Si
U_BuscandoTrabajoPorc			Double	0	0	8	Si
U_Estudiando			Double	0	0	8	Si
U_EstudiandoPorc			Double	0	0	8	Si
U_OficiosHogar			Double	0	0	8	Si
U_OficiosHogarPorc			Double	0	0	8	Si
U_Rentista			Double	0	0	8	Si
U_RentistaPorc			Double	0	0	8	Si

U_JubiladoPensionado	Double	0	0	8	Si
U_JubiladoPensionadoPorc	Double	0	0	8	Si
U_Inválido	Double	0	0	8	Si
U_InválidoPorc	Double	0	0	8	Si
R_SinActividad	Double	0	0	8	Si
R_SinActividadPorc	Double	0	0	8	Si
R_Trabajando	Double	0	0	8	Si
R_TrabajandoPorc	Double	0	0	8	Si
R_BuscandoTrabajo	Double	0	0	8	Si
R_BuscandoTrabajoPorc	Double	0	0	8	Si
R_Estudiando	Double	0	0	8	Si
R_EstudiandoPorc	Double	0	0	8	Si
R_OficiosHogar	Double	0	0	8	Si
R_OficiosHogarPorc	Double	0	0	8	Si
R_Rentista	Double	0	0	8	Si
R_RentistaPorc	Double	0	0	8	Si
R_JubiladoPensionado	Double	0	0	8	Si
R_JubiladoPensionadoPorc	Double	0	0	8	Si
R_Inválido	Double	0	0	8	Si
R_InválidoPorc	Double	0	0	8	Si
NUM_DANE	Integer	0	0	4	Si
SubTipoNombre		Valor por Defecto		Dominio	
Index Nombre	Ascendente	Único		Campos	
FDO_OBJECTID	Si	Si		OBJECTID	

Aeropuerto_P

Alias	Aeropuerto_P	Geometría: Punto					
Tipo de Dataset	FeatureClass	Prom. Número Puntos: 0					
Tipo de Entidad	Simple	Tiene M: No					
		Tiene Z: No					
		Tam. Grilla: 1000					
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
SHAPE	Shape	Shape	Geometría	0	0	0	Si
SubTipoNombre		Valor por Defecto		Dominio			
Index Nombre	Ascendente	Único		Campos			
FDO_OBJECTID	Si	Si		OBJECTID			
FDO_SHAPE	Si	No		SHAPE			

CambioCoberturaVegetal_00_07

Alias	CambioCoberturaVegetal_96_01	Geometría: Polígono					
Tipo de Dataset	FeatureClass	Prom. Número Puntos: 0					
Tipo de Entidad	Simple	Tiene M: No					
		Tiene Z: No					
		Tam. Grilla: 1000					
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
SHAPE	SHAPE	SHAPE	Geometría	0	0	0	Si
SHAPE_Long	SHAPE_Long	SHAPE_Long	Double	0	0	8	Si
SHAPE_Area	SHAPE_Area	SHAPE_Area	Double	0	0	8	Si

COB00	String	0	0	50	Si
COB07	String	0	0	50	Si
CAMBIO	String	0	0	50	Si
TIPO	String	0	0	20	Si
SubTipoNombre	Valor por Defecto	Dominio			
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos		
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID		
FDO_SHAPE	Si	No	SHAPE		

CambioCoberturaVegetal_93_00

Alias	CambioCoberturaVegetal_86_96	Geometría: Polígono					
Tipo de Dataset	FeatureClass	Prom. Número Puntos: 0					
Tipo de Entidad	Simple	Tiene M: No					
		Tiene Z: No					
		Tam. Grilla: 1000					
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
SHAPE	SHAPE	SHAPE	Geometría	0	0	0	Si
SHAPE_Long	SHAPE_Long	SHAPE_Long	Double	0	0	8	Si
SHAPE_Area	SHAPE_Area	SHAPE_Area	Double	0	0	8	Si
COB93			String	0	0	50	Si
COB00			String	0	0	50	Si
CAMBIO			String	0	0	50	Si
TIPO			String	0	0	20	Si
SubTipoNombre	Valor por Defecto	Dominio					
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos				
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID				
FDO_SHAPE	Si	No	SHAPE				

Centro_Poblado

Alias	Centro_Poblado	Geometría: Polígono					
Tipo de Dataset	FeatureClass	Prom. Número Puntos: 0					
Tipo de Entidad	Simple	Tiene M: No					
		Tiene Z: No					
		Tam. Grilla: 1					
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
NUM_DANE			Integer	0	0	4	Si
NOMBRE			String	0	0	100	Si
MUNICIPIO			String	0	0	100	Si
DEPARTAMENTO			String	0	0	60	Si
CLASE	Clase	Clase	Integer	0	0	4	Si
TIPO	Tipo	Tipo	String	0	0	5	Si
SHAPE	Shape	Shape	Geometría	0	0	0	Si
SHAPE_Long	SHAPE_Long	SHAPE_Long	Double	0	0	8	Si
SHAPE_Area	SHAPE_Area	SHAPE_Area	Double	0	0	8	Si
SubTipoNombre	Valor por Defecto	Dominio					
ObjectClass							
CLASE	1	-					
TIPO		Dom_Tipo_Centro_Poblado					

C. Poblado, I. Policia, Caserio (Clase=2)

CLASE 2 -
 TIPO Dom Tipo Centro Poblado

Cabecera (Clase=1) [Default]

CLASE 1 -
 TIPO Dom Tipo Centro Poblado

Capital (Clase=4)

CLASE 2 -
 TIPO Dom Tipo Centro Poblado

Index Nombre	Ascendente	Único	Campos
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID
FDO_SHAPE	Si	No	SHAPE

CoberturaTierra_1993

Alias CoberturaTierra_1993 **Geometría:**Polígono
Tipo de Dataset FeatureClass **Prom. Número Puntos:**0
Tipo de Entidad Simple **Tiene M:**No
Tiene Z:No
Tam. Grilla:0.081000000000000044

Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
Shape	Shape	Shape	Geometría	0	0	0	Si
COB93			String	0	0	30	Si
Shape_Long	Shape_Long	Shape_Long	Double	0	0	8	Si
Shape_Area	Shape_Area	Shape_Area	Double	0	0	8	Si

SubTipoNombre	Valor por Defecto	Dominio
Index Nombre	Ascendente	Único
FDO_OBJECTID	Si	Si
FDO_Shape	Si	No
		Campos
		OBJECTID
		Shape

CoberturaTierra_2000

Alias CoberturaTierra_2000 **Geometría:**Polígono
Tipo de Dataset FeatureClass **Prom. Número Puntos:**0
Tipo de Entidad Simple **Tiene M:**No
Tiene Z:No
Tam. Grilla:0.20000000000000001

Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
Shape	Shape	Shape	Geometría	0	0	0	Si
COB00			String	0	0	30	Si
Shape_Long	Shape_Long	Shape_Long	Double	0	0	8	Si
Shape_Area	Shape_Area	Shape_Area	Double	0	0	8	Si

SubTipoNombre	Valor por Defecto	Dominio
Index Nombre	Ascendente	Único
FDO_OBJECTID	Si	Si
FDO_Shape	Si	No
		Campos
		OBJECTID
		Shape

CoberturaTierra_2007

Alias CoberturaTierra_2007 **Geometría:**Polígono

Tipo de Dataset	FeatureClass	Prom. Número Puntos:0					
Tipo de Entidad	Simple	Tiene M:No					
		Tiene Z:No					
		Tam. Grilla:0.16					
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
Shape	Shape	Shape	Geometría	0	0	0	Si
COB07			String	0	0	30	Si
Shape_Long	Shape_Long	Shape_Long	Double	0	0	8	Si
Shape_Area	Shape_Area	Shape_Area	Double	0	0	8	Si
SubTipoNombre	Valor por Defecto		Dominio				
Index Nombre	Ascendente	Único		Campos			
FDO_OBJECTID	Si	Si		OBJECTID			
FDO_Shape	Si	No		Shape			

CoberturaTierra_2040

Alias	CoberturaTierra_2040	Geometría:Polígono					
Tipo de Dataset	FeatureClass	Prom. Número Puntos:0					
Tipo de Entidad	Simple	Tiene M:No					
		Tiene Z:No					
		Tam. Grilla:0.17999999999999999					
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
Shape	Shape	Shape	Geometría	0	0	0	Si
FID_Cob40M			Integer	0	0	4	Si
COB07			String	0	0	30	Si
complejo_f			String	0	0	60	Si
TEN1			String	0	0	50	Si
ARTIFICIAL			String	0	0	200	Si
TEN2			String	0	0	50	Si
MINERIA			String	0	0	50	Si
TEN3			String	0	0	50	Si
COB00			String	0	0	30	Si
TEN4			String	0	0	50	Si
AREA			Double	0	0	8	Si
BUFF_DIST			Double	0	0	8	Si
RETROCESO1			String	0	0	20	Si
TEN5			String	0	0	30	Si
BUFF_DIS_1			Double	0	0	8	Si
RETROCESO2			String	0	0	20	Si
TEN6			String	0	0	50	Si
AREA_HA			Double	0	0	8	Si
Shape_Long	Shape_Long	Shape_Long	Double	0	0	8	Si
Shape_Area	Shape_Area	Shape_Area	Double	0	0	8	Si
SubTipoNombre	Valor por Defecto		Dominio				
Index Nombre	Ascendente	Único		Campos			
FDO_OBJECTID	Si	Si		OBJECTID			
FDO_Shape	Si	No		Shape			

CombustibleVivienda

Alias		CombustibleVivienda					
Tipo de Dataset		Tabla					
Tipo de Entidad							
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
MUNICIPIO			String	0	0	255	Si
U_NoCocinanHogares			Double	0	0	8	Si
U_NoCocinan_			Double	0	0	8	Si
U_Leña_CarbonDeLeña_DesechosHogares			Double	0	0	8	Si
U_Leña_CarbonDeLeña_Desechos_			Double	0	0	8	Si
U_CarbonMineralHogares			Double	0	0	8	Si
U_CarbonMineral_			Double	0	0	8	Si
U_KerosenPetroleoGasolinaHogares			Double	0	0	8	Si
U_KerosenPetroleoGasolina_			Double	0	0	8	Si
U_GasCilindroPipetaHogares			Double	0	0	8	Si
U_GasCilindroPipeta_			Double	0	0	8	Si
U_GasTuberiaHogares			Double	0	0	8	Si
U_GasTuberia_			Double	0	0	8	Si
U_ElectricidadHogares			Double	0	0	8	Si
U_Electricidad_			Double	0	0	8	Si
U_TotalHogares			Double	0	0	8	Si
U_Total_			Double	0	0	8	Si
R_NoCocinanHogares			Double	0	0	8	Si
R_NoCocinan_			Double	0	0	8	Si
R_Leña_CarbonDeLeña_DesechosHogares			Double	0	0	8	Si
R_Leña_CarbonDeLeña_Desechos_			Double	0	0	8	Si
R_CarbonMineralHogares			Double	0	0	8	Si
R_CarbonMineral_			Double	0	0	8	Si
R_KerosenPetroleoGasolinaHogares			Double	0	0	8	Si
R_KerosenPetroleoGasolina_			Double	0	0	8	Si
R_GasCilindroPipetaHogares			Double	0	0	8	Si
R_GasCilindroPipeta_			Double	0	0	8	Si
R_GasTuberiaHogares			Double	0	0	8	Si
R_GasTuberia_			Double	0	0	8	Si
R_ElectricidadHogares			Double	0	0	8	Si
R_Electricidad_			Double	0	0	8	Si
TOTAL			Double	0	0	8	Si
NUM_DANE			Integer	0	0	4	Si
SubTipoNombre	Valor por Defecto	Dominio					
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos				
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID				

Conflicto_uso

Alias	Conflicto_uso	Geometría: Polígono					
Tipo de Dataset	FeatureClass	Prom. Número Puntos: 0					
Tipo de Entidad	Simple	Tiene M: No					
		Tiene Z: No					
		Tam. Grilla: 1					
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
TIPO_CONFLICTO			String	0	0	5	Si
SHAPE	Shape	Shape	Geometría	0	0	0	Si
SHAPE_Long	SHAPE_Long	SHAPE_Long	Double	0	0	8	Si
SHAPE_Area	SHAPE_Area	SHAPE_Area	Double	0	0	8	Si
CONFLICTO			String	0	0	254	Si
SubTipoNombre	Valor por Defecto		Dominio				
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos				
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID				
FDO_SHAPE	Si	No	SHAPE				

DemandaAguaMunicipio

Alias	DemandaAguaMunicipio						
Tipo de Dataset	Tabla						
Tipo de Entidad							
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
Municipio			String	0	0	255	Si
DemandaAnualMMC			Double	0	0	8	Si
OfertaMediaMMC			Double	0	0	8	Si
OfertaAñoSecoMMC			Double	0	0	8	Si
CapacidadDeRegulacion			String	0	0	255	Si
PresionSobreCalidadDBO_miles_ton_año			Double	0	0	8	Si
AñoMedioOfertaReducidaMMC			Double	0	0	8	Si
AñoMedioRelaciónDemanda_oferta_Porc			Double	0	0	8	Si
AñoMedioVulnerabilidadDisponibilidadDeAgua			String	0	0	255	Si
AñoSecoOfertaReducidaMMC			Double	0	0	8	Si
AñoSecoRelaciónDemanda_oferta_Porc			Double	0	0	8	Si
AñoSecoVulnerabilidadDisponibilidadDeAgua			String	0	0	255	Si
NUM_DANE			Integer	0	0	4	Si
SubTipoNombre	Valor por Defecto		Dominio				
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos				
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID				

Departamento

Alias	Departamento		Geometría: Polígono					
Tipo de Dataset	FeatureClass		Prom. Número Puntos: 0					
Tipo de Entidad	Simple		Tiene M: No					
			Tiene Z: No					
			Tam. Grilla: 1					
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo	
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No	
COD_DANE			String	0	0	2	Si	
NMG			String	0	0	60	Si	
NUM_DANE			Integer	0	0	4	Si	
SHAPE	Shape	Shape	Geometría	0	0	0	Si	
SHAPE_Long	SHAPE_Long	SHAPE_Long	Double	0	0	8	Si	
SHAPE_Area	SHAPE_Area	SHAPE_Area	Double	0	0	8	Si	
SubTipoNombre	Valor por Defecto		Dominio					
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos					
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID					
FDO_SHAPE	Si	No	SHAPE					

Drenaje_Doble

Alias	Drenaje_Doble		Geometría: Polígono					
Tipo de Dataset	FeatureClass		Prom. Número Puntos: 0					
Tipo de Entidad	Simple		Tiene M: No					
			Tiene Z: No					
			Tam. Grilla: 1					
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo	
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No	
SHAPE	Shape	Shape	Geometría	0	0	0	Si	
SHAPE_Long	SHAPE_Long	SHAPE_Long	Double	0	0	8	Si	
SHAPE_Area	SHAPE_Area	SHAPE_Area	Double	0	0	8	Si	
SubTipoNombre	Valor por Defecto		Dominio					
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos					
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID					
FDO_SHAPE	Si	No	SHAPE					

Drenaje_Sencillo

Alias	Drenaje_Sencillo		Geometría: Polyline					
Tipo de Dataset	FeatureClass		Prom. Número Puntos: 0					
Tipo de Entidad	Simple		Tiene M: No					
			Tiene Z: No					
			Tam. Grilla: 1					
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo	
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No	
SHAPE	Shape	Shape	Geometría	0	0	0	Si	
SHAPE_Long	SHAPE_Long	SHAPE_Long	Double	0	0	8	Si	
SubTipoNombre	Valor por Defecto		Dominio					
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos					
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID					
FDO_SHAPE	Si	No	SHAPE					

Educativo

Alias	Educativo	Geometría: Punto					
Tipo de Dataset	FeatureClass	Prom. Número Puntos: 0					
Tipo de Entidad	Simple	Tiene M: No					
		Tiene Z: No					
		Tam. Grilla: 0					
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
SHAPE	SHAPE	SHAPE	Geometría	0	0	0	Si
Municipio	Nombre	Municipio	String	0	0	100	Si
Nombre	Municipio	Nombre	String	0	0	254	Si
Tipo			Entero	0	0	2	Si
Direccion			String	0	0	150	Si
Telefono			String	0	0	50	Si
NUM_DANE			String	0	0	50	Si
SubTipoNombre	Valor por Defecto	Dominio					
ObjectClass							
Tipo	1	-					
Rural (Tipo=1) [Default]							
Urbano (Tipo=2)							
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos				
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID				
FDO_SHAPE	Si	No	SHAPE				

Embalse

Alias	Embalse	Geometría: Polígono					
Tipo de Dataset	FeatureClass	Prom. Número Puntos: 0					
Tipo de Entidad	Simple	Tiene M: No					
		Tiene Z: No					
		Tam. Grilla: 1					
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
SHAPE	Shape	Shape	Geometría	0	0	0	Si
SHAPE_Long	SHAPE_Long	SHAPE_Long	Double	0	0	8	Si
SHAPE_Area	SHAPE_Area	SHAPE_Area	Double	0	0	8	Si
SubTipoNombre	Valor por Defecto	Dominio					
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos				
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID				
FDO_SHAPE	Si	No	SHAPE				

EstadoCatastralMunicipio

Alias	EstadoCatastralMunicipio						
Tipo de Dataset	Tabla						
Tipo de Entidad							
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
MUNICIPIO			String	0	0	255	Si

U_Personas	Double	0	0	8	Si
U_Propietarios	Double	0	0	8	Si
U_SuperficiesHa	Double	0	0	8	Si
U_AreaConstruidaM2	Double	0	0	8	Si
U_Avaluo_	Double	0	0	8	Si
R_Personas	Double	0	0	8	Si
R_Propietarios	Double	0	0	8	Si
R_SuperficiesHa	Double	0	0	8	Si
R_AreaConstruidaM2	Double	0	0	8	Si
R_Avaluo_	Double	0	0	8	Si
ResumenPersonas	Double	0	0	8	Si
ResumenPropietarios	Double	0	0	8	Si
ResumenSuperficiesHa	Double	0	0	8	Si
ResumenAreaConstruidaM2	Double	0	0	8	Si
ResumenAvaluo_	Double	0	0	8	Si
NUM_DANE	Integer	0	0	4	Si
SubTipoNombre	Valor por Defecto			Dominio	
Index Nombre	Ascendente	Único		Campos	
FDO_OBJECTID	Si	Si		OBJECTID	

HallazgosArqueologicos

Alias	HallazgosArqueologicos	Geometría: Punto					
Tipo de Dataset	FeatureClass	Prom. Número Puntos: 0					
Tipo de Entidad	Simple	Tiene M: No					
		Tiene Z: No					
		Tam. Grilla: 42965.457707333044					
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.EscalaLongNulo			
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
SHAPE	SHAPE	SHAPE	Geometría	0	0	0	Si
HA_CodigoSitio	Codigo Sitio	HA_CodigoSitio	String	0	0	50	Si
HA_NombreComun	Nombre Comun	HA_NombreComun	String	0	0	254	Si
HA_NombreSitioArq	Nombre Sitio	HA_NombreSitioArq	String	0	0	254	Si
HA_TipoSitioArq	Tipo Sitio	HA_TipoSitioArq	String	0	0	254	Si
HA_PeriodoArq	Periodo Arqueologico	HA_PeriodoArq	String	0	0	254	Si
HA_MaterialesArq	Materiales Arqueologicos	HA_MaterialesArq	String	0	0	254	Si
HA_FechaCristiana	Fecha Cristiana	HA_FechaCristiana	String	0	0	254	Si
HA_Autores	Autores	HA_Autores	String	0	0	254	Si
HA_TipoDoc	Tipo Documento	HA_TipoDoc	String	0	0	254	Si
HA_SectorInst	Sector Institucional	HA_SectorInst	String	0	0	254	Si
HA_VerLocSitRef	Vereda Localidad Sitio Ref	HA_VerLocSitRef	String	0	0	254	Si
HA_FechaAP	Fecha AP	HA_FechaAP	String	0	0	254	Si
HA_TituloDocRef	Titulo Documento Referencia	HA_TituloDocRef	String	0	0	254	Si
Predio_Tramo	Predio Tramo	Predio_Tramo	String	0	0	254	Si
SubTipoNombre	Valor por Defecto			Dominio			
Index Nombre	Ascendente	Único		Campos			
FDO_OBJECTID	Si	Si		OBJECTID			
FDO_SHAPE	Si	No		SHAPE			

IncendiosTotal_1986_2005

Alias		Numero_IncendiosTotal_1986_2005		Geometría: Polígono			
Tipo de Dataset		FeatureClass		Prom. Número Puntos: 0			
Tipo de Entidad		Simple		Tiene M: No			
				Tiene Z: No			
				Tam. Grilla: 130000			
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
NOM_MUNI			String	0	0	50	No
COD_MUNI			Integer	0	0	4	No
NOM_DEPT			String	0	0	11	No
EVENTOS_86			Double	0	0	8	No
EVENTOS_87			Double	0	0	8	No
EVENTOS_88			Double	0	0	8	No
EVENTOS_89			Double	0	0	8	No
EVENTOS_90			Double	0	0	8	No
EVENTOS_91			Double	0	0	8	No
EVENTOS_92			Double	0	0	8	No
EVENTOS_93			Double	0	0	8	No
EVENTOS_94			Double	0	0	8	No
EVENTOS_95			Double	0	0	8	No
EVENTOS_96			Double	0	0	8	No
EVENTOS_97			Double	0	0	8	No
EVENTOS_98			Double	0	0	8	No
EVENTOS_99			Double	0	0	8	No
EVENTOS_00			Double	0	0	8	No
EVENTOS_01			Double	0	0	8	No
EVENTOS_02			Double	0	0	8	No
EVENTOS_03			Double	0	0	8	No
EVENTOS_04			Double	0	0	8	No
EVENTOS_05			Double	0	0	8	No
NO__TOTAL_			Double	0	0	8	No
AREA_86			Double	0	0	8	No
AREA_87			Double	0	0	8	No
AREA_88			Double	0	0	8	No
AREA_89			Double	0	0	8	No
AREA_90			Double	0	0	8	No
AREA_91			Double	0	0	8	No
AREA_92			Double	0	0	8	No
AREA_93			Double	0	0	8	No
AREA_94			Double	0	0	8	No
AREA_95			Double	0	0	8	No
AREA_96			Double	0	0	8	No
AREA_97			Double	0	0	8	No
AREA_98			Double	0	0	8	No
AREA_99			Double	0	0	8	No
AREA_00			Double	0	0	8	No
AREA_01			Double	0	0	8	No
AREA_02			Double	0	0	8	No
AREA_03			Double	0	0	8	No
AREA_04			Double	0	0	8	No

AREA_05			Double	0	0	8	No
Z_AREA_INC			Double	0	0	8	No
SHAPE	SHAPE	SHAPE	Geometría	0	0	0	Si
SHAPE_Long	SHAPE_Long	SHAPE_Long	Double	0	0	8	Si
SHAPE_Area	SHAPE_Area	SHAPE_Area	Double	0	0	8	Si
SubTipoNombre		Valor por Defecto		Dominio			
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos				
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID				
FDO_SHAPE	Si	No	SHAPE				

Lago_Laguna

Alias	Lago_Laguna	Geometría: Polígono					
Tipo de Dataset	FeatureClass	Prom. Número Puntos: 0					
Tipo de Entidad	Simple	Tiene M: No					
		Tiene Z: No					
		Tam. Grilla: 1					
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
SHAPE	Shape	Shape	Geometría	0	0	0	Si
SHAPE_Long	SHAPE_Long	SHAPE_Long	Double	0	0	8	Si
SHAPE_Area	SHAPE_Area	SHAPE_Area	Double	0	0	8	Si
SubTipoNombre		Valor por Defecto		Dominio			
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos				
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID				
FDO_SHAPE	Si	No	SHAPE				

MaterialParedesVivienda

Alias	MaterialParedesVivienda						
Tipo de Dataset	Tabla						
Tipo de Entidad							
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
MUNICIPIO			String	0	0	255	Si
U_SinParedes			Double	0	0	8	Si
U_SinParedes_			Double	0	0	8	Si
U_ZincTelaCarton			Double	0	0	8	Si
U_ZincTelaCarton_			Double	0	0	8	Si
U_Vegetal			Double	0	0	8	Si
U_Vegetal_			Double	0	0	8	Si
U_MaderaBurda			Double	0	0	8	Si
U_MaderaBurda_			Double	0	0	8	Si
U_Bareque			Double	0	0	8	Si
U_Bareque_			Double	0	0	8	Si
U_TapiaAdobe			Double	0	0	8	Si
U_TapiaAdobe_			Double	0	0	8	Si
U_BloqueLadrillo			Double	0	0	8	Si
U_BloqueLadrillo_			Double	0	0	8	Si
U_Total			Double	0	0	8	Si

U_Total_	Double	0	0	8	Si
R_SinParedes	Double	0	0	8	Si
R_SinParedes_	Double	0	0	8	Si
R_ZincTelaCarton	Double	0	0	8	Si
R_ZincTelaCarton_	Double	0	0	8	Si
R_Vegetal	Double	0	0	8	Si
R_Vegetal_	Double	0	0	8	Si
R_MaderaBurda	Double	0	0	8	Si
R_MaderaBurda_	Double	0	0	8	Si
R_Bareque	Double	0	0	8	Si
R_Bareque_	Double	0	0	8	Si
R_TapiaAdobe	Double	0	0	8	Si
R_TapiaAdobe_	Double	0	0	8	Si
R_BloqueLadrillo	Double	0	0	8	Si
R_BloqueLadrillo_	Double	0	0	8	Si
TOTAL	Double	0	0	8	Si
NUM_DANE	Integer	0	0	4	Si

SubTipoNombre		Valor por Defecto		Dominio	
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos		
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID		

MaterialPisosVivienda

Alias	MaterialPisosVivienda						
Tipo de Dataset	Tabla						
Tipo de Entidad							
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
MUNICIPIO			String	0	0	255	Si
U_TierraArena			Double	0	0	8	Si
U_TierraArena_			Double	0	0	8	Si
U_MaderaBurdaTablon			Double	0	0	8	Si
U_MaderaBurdaTablon_			Double	0	0	8	Si
U_CementoGravilla			Double	0	0	8	Si
U_CementoGravilla_			Double	0	0	8	Si
U_BaldosaViniloTableta			Double	0	0	8	Si
U_BaldosaViniloTableta_			Double	0	0	8	Si
U_AlfombraMarmol			Double	0	0	8	Si
U_AlfombraMarmol_			Double	0	0	8	Si
U_Total			Double	0	0	8	Si
U_Total_			Double	0	0	8	Si
R_TierraArena			Double	0	0	8	Si
R_TierraArena_			Double	0	0	8	Si
R_MaderaBurdaTablon			Double	0	0	8	Si
R_MaderaBurdaTablon_			Double	0	0	8	Si
R_CementoGravilla			Double	0	0	8	Si
R_CementoGravilla_			Double	0	0	8	Si
R_BaldosaViniloTableta			Double	0	0	8	Si
R_BaldosaViniloTableta_			Double	0	0	8	Si
R_AlfombraMarmol			Double	0	0	8	Si

R_AlfombraMarmol_	Double	0	0	8	Si
Total	Double	0	0	8	Si
NUM_DANE	Integer	0	0	4	Si
SubTipoNombre	Valor por Defecto			Dominio	
Index Nombre	Ascendente	Único		Campos	
FDO_OBJECTID	Si	Si		OBJECTID	

Municipio

Alias	Municipio	Geometría: Polígono					
Tipo de Dataset	FeatureClass	Prom. Número Puntos: 0					
Tipo de Entidad	Simple	Tiene M: No					
		Tiene Z: No					
		Tam. Grilla: 1					
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
COD_DANE			String	0	0	2	Si
DANE			String	0	0	5	Si
NUM_DANE			Integer	0	0	4	Si
NOM_MUNI			String	0	0	100	Si
CODIDEAM_CAR			Entero	0	0	2	Si
NOM_DEPTO			String	0	0	60	Si
SHAPE	Shape	Shape	Geometría	0	0	0	Si
SHAPE_Long	SHAPE_Long	SHAPE_Long	Double	0	0	8	Si
SHAPE_Area	SHAPE_Area	SHAPE_Area	Double	0	0	8	Si
SubTipoNombre	Valor por Defecto			Dominio			
Index Nombre	Ascendente	Único		Campos			
FDO_OBJECTID	Si	Si		OBJECTID			
FDO_SHAPE	Si	No		SHAPE			

Parques_Nacionales

Alias	Parques_Nacionales	Geometría: Polígono					
Tipo de Dataset	FeatureClass	Prom. Número Puntos: 0					
Tipo de Entidad	Simple	Tiene M: No					
		Tiene Z: No					
		Tam. Grilla: 1					
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
NOMBRE_PN			String	0	0	60	Si
SPN_ID			String	0	0	10	Si
CATEGORIA			String	0	0	5	Si
HECTAREAS			Double	0	0	8	Si
SHAPE	Shape	Shape	Geometría	0	0	0	Si
SHAPE_Long	SHAPE_Long	SHAPE_Long	Double	0	0	8	Si
SHAPE_Area	SHAPE_Area	SHAPE_Area	Double	0	0	8	Si
SubTipoNombre	Valor por Defecto			Dominio			
Index Nombre	Ascendente	Único		Campos			
FDO_OBJECTID	Si	Si		OBJECTID			
FDO_SHAPE	Si	No		SHAPE			

PoblacionCenso85_20

Alias PoblacionCenso85_20
 Tipo de Dataset Tabla
 Tipo de Entidad

Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
P1985_T			Double	0	0	8	Si
P1986_T			Double	0	0	8	Si
P1987_T			Double	0	0	8	Si
P1988_T			Double	0	0	8	Si
P1989_T			Double	0	0	8	Si
P1990_T			Double	0	0	8	Si
P1991_T			Double	0	0	8	Si
P1992_T			Double	0	0	8	Si
P1993_T			Double	0	0	8	Si
P1994_T			Double	0	0	8	Si
P1995_T			Double	0	0	8	Si
P1996_T			Double	0	0	8	Si
P1997_T			Double	0	0	8	Si
P1998_T			Double	0	0	8	Si
P1999_T			Double	0	0	8	Si
P2000_T			Double	0	0	8	Si
P2001_T			Double	0	0	8	Si
P2002_T			Double	0	0	8	Si
P2003_T			Double	0	0	8	Si
P2004_T			Double	0	0	8	Si
P2005_T			Double	0	0	8	Si
P2006_T			Double	0	0	8	Si
P2007_T			Double	0	0	8	Si
P2008_T			Double	0	0	8	Si
P2009_T			Double	0	0	8	Si
P2010_T			Double	0	0	8	Si
P2011_T			Double	0	0	8	Si
P2012_T			Double	0	0	8	Si
P2013_T			Double	0	0	8	Si
P2014_T			Double	0	0	8	Si
P2015_T			Double	0	0	8	Si
P2016_T			Double	0	0	8	Si
P2017_T			Double	0	0	8	Si
P2018_T			Double	0	0	8	Si
P2019_T			Double	0	0	8	Si
P2020_T			Double	0	0	8	Si
P1985_C			Double	0	0	8	Si
P1986_C			Double	0	0	8	Si
P1987_C			Double	0	0	8	Si
P1988_C			Double	0	0	8	Si
P1989_C			Double	0	0	8	Si
P1990_C			Double	0	0	8	Si
P1991_C			Double	0	0	8	Si
P1992_C			Double	0	0	8	Si
P1993_C			Double	0	0	8	Si

P1994_C	Double	0	0	8	Si
P1995_C	Double	0	0	8	Si
P1996_C	Double	0	0	8	Si
P1997_C	Double	0	0	8	Si
P1998_C	Double	0	0	8	Si
P1999_C	Double	0	0	8	Si
P2000_C	Double	0	0	8	Si
P2001_C	Double	0	0	8	Si
P2002_C	Double	0	0	8	Si
P2003_C	Double	0	0	8	Si
P2004_C	Double	0	0	8	Si
P2005_C	Double	0	0	8	Si
P2006_C	Double	0	0	8	Si
P2007_C	Double	0	0	8	Si
P2008_C	Double	0	0	8	Si
P2009_C	Double	0	0	8	Si
P2010_C	Double	0	0	8	Si
P2011_C	Double	0	0	8	Si
P2012_C	Double	0	0	8	Si
P2013_C	Double	0	0	8	Si
P2014_C	Double	0	0	8	Si
P2015_C	Double	0	0	8	Si
P2016_C	Double	0	0	8	Si
P2017_C	Double	0	0	8	Si
P2018_C	Double	0	0	8	Si
P2019_C	Double	0	0	8	Si
P2020_C	Double	0	0	8	Si
P1985_R	Double	0	0	8	Si
P1986_R	Double	0	0	8	Si
P1987_R	Double	0	0	8	Si
P1988_R	Double	0	0	8	Si
P1989_R	Double	0	0	8	Si
P1990_R	Double	0	0	8	Si
P1991_R	Double	0	0	8	Si
P1992_R	Double	0	0	8	Si
P1993_R	Double	0	0	8	Si
P1994_R	Double	0	0	8	Si
P1995_R	Double	0	0	8	Si
P1996_R	Double	0	0	8	Si
P1997_R	Double	0	0	8	Si
P1998_R	Double	0	0	8	Si
P1999_R	Double	0	0	8	Si
P2000_R	Double	0	0	8	Si
P2001_R	Double	0	0	8	Si
P2002_R	Double	0	0	8	Si
P2003_R	Double	0	0	8	Si
P2004_R	Double	0	0	8	Si
P2005_R	Double	0	0	8	Si
P2006_R	Double	0	0	8	Si
P2007_R	Double	0	0	8	Si
P2008_R	Double	0	0	8	Si
P2009_R	Double	0	0	8	Si

P2010_R	Double	0	0	8	Si
P2011_R	Double	0	0	8	Si
P2012_R	Double	0	0	8	Si
P2013_R	Double	0	0	8	Si
P2014_R	Double	0	0	8	Si
P2015_R	Double	0	0	8	Si
P2016_R	Double	0	0	8	Si
P2017_R	Double	0	0	8	Si
P2018_R	Double	0	0	8	Si
P2019_R	Double	0	0	8	Si
P2020_R	Double	0	0	8	Si
NUM_DANE	Integer	0	0	4	Si
MUNICIPIO	String	0	0	150	Si
SubTipoNombre	Valor por Defecto			Dominio	
Index Nombre	Ascendente	Único		Campos	
FDO_OBJECTID	Si	Si		OBJECTID	

PoblacionEdadesQuinquenales

Alias	PoblacionEdadesQuinquenales						
Tipo de Dataset	Tabla						
Tipo de Entidad							
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
P_0_4			Double	0	0	8	Si
P_5_9			Double	0	0	8	Si
P_10_14			Double	0	0	8	Si
P_15_19			Double	0	0	8	Si
P_20_24			Double	0	0	8	Si
P_25_29			Double	0	0	8	Si
P_30_34			Double	0	0	8	Si
P_35_39			Double	0	0	8	Si
P_40_44			Double	0	0	8	Si
P_45_49			Double	0	0	8	Si
P_50_54			Double	0	0	8	Si
P_55_59			Double	0	0	8	Si
P_60_64			Double	0	0	8	Si
P_65_69			Double	0	0	8	Si
P_70_74			Double	0	0	8	Si
P_75_79			Double	0	0	8	Si
P_80mas			Double	0	0	8	Si
Total			Double	0	0	8	Si
NUM_DANE			Integer	0	0	4	Si
SubTipoNombre	Valor por Defecto			Dominio			
Index Nombre	Ascendente	Único		Campos			
FDO_OBJECTID	Si	Si		OBJECTID			

PoblacionNBIMiseria

Alias	PoblacionNBIMiseria
--------------	---------------------

Tipo de Dataset Tabla

Tipo de Entidad

Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
MUNICIPIO			String	0	0	255	Si
U_NBIPersonas			Double	0	0	8	Si
U_NBIPorc			Double	0	0	8	Si
R_NBIPersonas			Double	0	0	8	Si
R_NBIPorc			Double	0	0	8	Si
U_MiseriaPersonas			Double	0	0	8	Si
U_MiseriaPorc			Double	0	0	8	Si
R_MiseriaPersonas			Double	0	0	8	Si
R_MiseriaPorc			Double	0	0	8	Si
NUM_DANE			Integer	0	0	4	Si
SubTipoNombre	Valor por Defecto	Dominio					
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos				
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID				

PoblacionSisben

Alias PoblacionSisben

Tipo de Dataset Tabla

Tipo de Entidad

Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
MUNICIPIO			String	0	0	255	Si
U_N1			Double	0	0	8	Si
U_N2			Double	0	0	8	Si
U_N3			Double	0	0	8	Si
U_N4_			Double	0	0	8	Si
U_Total			Double	0	0	8	Si
R_N1			Double	0	0	8	Si
R_N2			Double	0	0	8	Si
R_N3			Double	0	0	8	Si
R_N4_			Double	0	0	8	Si
R_Total			Double	0	0	8	Si
ResumenN1			Double	0	0	8	Si
Resumen_N1			Double	0	0	8	Si
ResumenN2			Double	0	0	8	Si
Resumen_N2			Double	0	0	8	Si
ResumenN3			Double	0	0	8	Si
Resumen_N3			Double	0	0	8	Si
ResumenN4_			Double	0	0	8	Si
Resumen_N4			Double	0	0	8	Si
ResumenTotal			Double	0	0	8	Si
NUM_DANE			Integer	0	0	4	Si
SubTipoNombre	Valor por Defecto	Dominio					
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos				

FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID
--------------	----	----	----------

Puente

Alias	Puente		Geometría: Punto				
Tipo de Dataset	FeatureClass		Prom. Número Puntos: 0				
Tipo de Entidad	Simple		Tiene M: No				
			Tiene Z: No				
			Tam. Grilla: 0.077892894658500036				
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
SHAPE	SHAPE	SHAPE	Geometría	0	0	0	Si
TFPU	Tipo puente	TFPU	Double	0	0	8	Si
NMG	Nombre geográfico	NMG	String	0	0	50	Si
SubTipoNombre	Valor por Defecto		Dominio				
ObjectClass							
TFPU			cdom IGAC Puentes				
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos				
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID				
FDO_SHAPE	Si	No	SHAPE				

RangoHaPredial

Alias	RangoHaPredial		Geometría: Polígono				
Tipo de Dataset	FeatureClass		Prom. Número Puntos: 0				
Tipo de Entidad	Simple		Tiene M: No				
			Tiene Z: No				
			Tam. Grilla: 0				
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
SHAPE	SHAPE	SHAPE	Geometría	0	0	0	Si
CategoriaArea			Entero	0	0	2	Si
SUM_AreaHa			Double	0	0	8	Si
SHAPE_Long	SHAPE_Long	SHAPE_Long	Double	0	0	8	Si
SHAPE_Area	SHAPE_Area	SHAPE_Area	Double	0	0	8	Si
SubTipoNombre	Valor por Defecto		Dominio				
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos				
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID				
FDO_SHAPE	Si	No	SHAPE				

Red_Hidrocarburos

Alias	Red_Hidrocarburos		Geometría: Polyline				
Tipo de Dataset	FeatureClass		Prom. Número Puntos: 0				
Tipo de Entidad	Simple		Tiene M: No				
			Tiene Z: No				
			Tam. Grilla: 2.2000000000000002				
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
Shape	Shape	Shape	Geometría	0	0	0	Si
COD_SISTEM			Integer	0	0	4	Si
NOM_SISTEM			String	0	0	45	Si

NOM_TRAMO			String	0	0	40	Si
DIAMETRO			String	0	0	10	Si
LONGITUD			String	0	0	10	Si
DISTRITO			String	0	0	4	Si
ANO_FUNC			Double	0	0	8	Si
TIPO_NOM			String	0	0	31	Si
ANO			Integer	0	0	4	Si
AMBITO			Integer	0	0	4	Si
COD_PROPIE			Integer	0	0	4	Si
NOM_PROPIE			String	0	0	25	Si
COD_OPERAD			Integer	0	0	4	Si
NOM_OPERAD			String	0	0	25	Si
Shape_Long	Shape_Long	Shape_Long	Double	0	0	8	Si
SubTipoNombre	Valor por Defecto		Dominio				
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos				
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID				
FDO_Shape	Si	No	Shape				

RedAltaTension

Alias	RedAltaTension	Geometría: Polyline					
Tipo de Dataset	FeatureClass	Prom. Número Puntos: 0					
Tipo de Entidad	Simple	Tiene M: No					
		Tiene Z: No					
		Tam. Grilla: 0.40000000000000013					
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
SHAPE	SHAPE	SHAPE	Geometría	0	0	0	Si
SHAPE_Long	SHAPE_Long	SHAPE_Long	Double	0	0	8	Si
SubTipoNombre	Valor por Defecto		Dominio				
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos				
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID				
FDO_SHAPE	Si	No	SHAPE				

Salud

Alias	Salud	Geometría: Punto					
Tipo de Dataset	FeatureClass	Prom. Número Puntos: 0					
Tipo de Entidad	Simple	Tiene M: No					
		Tiene Z: No					
		Tam. Grilla: 0.09765302480079685					
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
SHAPE	SHAPE	SHAPE	Geometría	0	0	0	Si
NUM_DANE	NUM_DANE	CODIGO_MUNICIPIO	String	0	0	25	Si
Nombre			String	0	0	100	Si
NumeroCamas	Numero Camas	NUMERO_CAMAS	Entero	0	0	2	Si
CodigoEntidad	CODIGO_ENTSALUD	CODIGO_ENTSALUD	String	0	0	10	Si
Tipo	Tipo	TIPO_INSTITUCION	String	0	0	4	Si
CapacidadMaxima	Capacidad Maxima	CAP_MAXIMA	Integer	0	0	4	Si

SubTipoNombre	Valor por Defecto		Dominio
ObjectClass			
Tipo			<u>cdom_instituciones_salud</u>
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID
FDO_SHAPE	Si	No	SHAPE

SitioInteres

Alias	SitioInteres		Geometría: Punto				
Tipo de Dataset	FeatureClass		Prom. Número Puntos: 0				
Tipo de Entidad	Simple		Tiene M: No				
			Tiene Z: No				
			Tam. Grilla: 0				
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
SHAPE	SHAPE	SHAPE	Geometría	0	0	0	Si
Nombre	Nombre:	NOMB_SITIO	String	0	0	254	Si
Tipo	Tipo de sitio:	TIPO	String	0	0	50	Si
Municipio	MUNICIPIO	MUNICIPIO	String	0	0	100	Si
SubTipoNombre	Valor por Defecto		Dominio				
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos				
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID				
FDO_SHAPE	Si	No	SHAPE				

SuscepDesertificacion

Alias	SuscepDesertificacion		Geometría: Polígono				
Tipo de Dataset	FeatureClass		Prom. Número Puntos: 0				
Tipo de Entidad	Simple		Tiene M: No				
			Tiene Z: No				
			Tam. Grilla: 0				
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
SHAPE	SHAPE	SHAPE	Geometría	0	0	0	Si
DESERTIFICACION_FINAL	DESERFINAL	DESERTIFICACION_FINAL	Double	0	0	8	Si
COD_DESER			Double	0	0	8	Si
DESERTIFICACION	DESERTIFIC	DESERTIFICACION	String	0	0	23	Si
SHAPE_Long	SHAPE_Long	SHAPE_Long	Double	0	0	8	Si
SHAPE_Area	SHAPE_Area	SHAPE_Area	Double	0	0	8	Si
SubTipoNombre	Valor por Defecto		Dominio				
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos				
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID				
FDO_SHAPE	Si	No	SHAPE				

SuscepIncendios_CondNormal

Alias	SuscepIncendios_CondNormal		Geometría: Polígono				
Tipo de Dataset	FeatureClass		Prom. Número Puntos: 0				
Tipo de Entidad	Simple		Tiene M: No				
			Tiene Z: No				
			Tam. Grilla: 0.39000000000000012				

Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
SHAPE	SHAPE	SHAPE	Geometría	0	0	0	Si
COBABR			String	0	0	25	No
BIOMA			String	0	0	50	No
CALIFICACI			String	0	0	16	No
SHAPE_Long	SHAPE_Long	SHAPE_Long	Double	0	0	8	Si
SHAPE_Area	SHAPE_Area	SHAPE_Area	Double	0	0	8	Si
SubTipoNombre	Valor por Defecto	Dominio					
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos				
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID				
FDO_SHAPE	Si	No	SHAPE				

SusceptIncendios_Nino

Alias	SusceptIncendios_Nino	Geometría: Polígono					
Tipo de Dataset	FeatureClass	Prom. Número Puntos: 0					
Tipo de Entidad	Simple	Tiene M: No					
		Tiene Z: No					
		Tam. Grilla: 0.11					
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
Shape	Shape	Shape	Geometría	0	0	0	Si
ID			Integer	0	0	4	Si
TIPO_DIV_D			String	0	0	8	Si
COUNT			Double	0	0	8	Si
PPT_NIÑO			String	0	0	30	Si
GRIDCODE			Double	0	0	8	Si
GRIDCODE_1			Double	0	0	8	Si
COM_DUR_CA			String	0	0	100	Si
CARGA_TOTA			String	0	0	16	Si
INFLUENCIA			String	0	0	16	Si
COBABR			String	0	0	25	Si
DURACION			String	0	0	50	Si
COMBUSTIBL			String	0	0	45	Si
CALIF_INFL			Double	0	0	8	Si
CAL_COMBUS			Double	0	0	8	Si
CAL_DURACI			Double	0	0	8	Si
CAL_CARGA_			Double	0	0	8	Si
SUSC1			Double	0	0	8	Si
BIOMA			String	0	0	50	Si
SUSCEPTIBI			Double	0	0	8	Si
CAL			String	0	0	16	Si
CALIFICACI			String	0	0	16	Si
CAL_SUSC_S			Double	0	0	8	Si
SUS_SIN_PP			String	0	0	30	Si
CONCAT_SUS			String	0	0	60	Si
COUNT_1			Double	0	0	8	Si
SUSC_NIÑO			String	0	0	16	Si
AREA			Double	0	0	8	Si
PERIMETER			Double	0	0	8	Si
CNCTD_11_5			String	0	0	60	Si

CONCATENAC			String	0	0	60	Si
CNCTD_21_3			String	0	0	100	Si
ESTESI			String	0	0	100	Si
Shape_Long	Shape_Long	Shape_Long	Double	0	0	8	Si
Shape_Area	Shape_Area	Shape_Area	Double	0	0	8	Si
SubTipoNombre			Valor por Defecto			Dominio	
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos				
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID				
FDO_Shape	Si	No	Shape				

SuscepInundacion

Alias	SuscepInundacion		Geometría: Polígono				
Tipo de Dataset	FeatureClass		Prom. Número Puntos: 0				
Tipo de Entidad	Simple		Tiene M: No				
			Tiene Z: No				
			Tam. Grilla: 0				
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
SHAPE	SHAPE	SHAPE	Geometría	0	0	0	Si
EMERGEN2S			String	0	0	20	Si
EMERGEN1S			String	0	0	20	Si
BASE2001			String	0	0	50	Si
SHAPE_Leng			Double	0	0	8	Si
ANALISIS			String	0	0	50	Si
SHAPE_Long	SHAPE_Long	SHAPE_Long	Double	0	0	8	Si
SHAPE_Area	SHAPE_Area	SHAPE_Area	Double	0	0	8	Si
SubTipoNombre			Valor por Defecto			Dominio	
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos				
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID				
FDO_SHAPE	Si	No	SHAPE				

SuscepSalinizacion

Alias	SuscepSalinizacion		Geometría: Polígono				
Tipo de Dataset	FeatureClass		Prom. Número Puntos: 0				
Tipo de Entidad	Simple		Tiene M: No				
			Tiene Z: No				
			Tam. Grilla: 0				
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
SHAPE	SHAPE	SHAPE	Geometría	0	0	0	Si
SALINIZACION	SALINAJAV_	SALINIZACION	Double	0	0	8	Si
SALINA	SALINAJAV1	SALINA	Double	0	0	8	Si
CODIGO			String	0	0	3	Si
CODIGO_NUE			String	0	0	12	Si
V_PH			String	0	0	10	Si
V_SB			String	0	0	10	Si
V_PSI			String	0	0	10	Si
V_CE			String	0	0	10	Si
FINAL			String	0	0	10	Si
SALINIZACI			String	0	0	36	Si

SHAPE_Long	SHAPE_Long	SHAPE_Long	Double	0	0	8	Si
SHAPE_Area	SHAPE_Area	SHAPE_Area	Double	0	0	8	Si
SubTipoNombre		Valor por Defecto		Dominio			
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos				
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID				
FDO_SHAPE	Si	No	SHAPE				

TasaCrecimientoPoblacional93_05

Alias	TasaCrecimientoPoblacional93_05						
Tipo de Dataset	Tabla						
Tipo de Entidad							
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
MUNICIPIO			String	0	0	255	Si
TASA_CRECIMIENTO_URBANO			Double	0	0	8	Si
TASA_CRECIMIENTO_RURAL			Double	0	0	8	Si
TASA_CRECIMIENTO_TOTAL			Double	0	0	8	Si
NUM_DANE			Integer	0	0	4	Si
SubTipoNombre		Valor por Defecto		Dominio			
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos				
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID				

Via

Alias	Via	Geometría: Polyline					
Tipo de Dataset	FeatureClass	Prom. Número Puntos: 0					
Tipo de Entidad	Simple	Tiene M: No					
		Tiene Z: No					
		Tam. Grilla: 0.029000000000000012					
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
SHAPE	SHAPE	SHAPE	Geometría	0	0	0	Si
Tip	Tipo	TIPO	Double	0	0	8	Si
TEDS	Estado Superficie	TEDS	Double	0	0	8	Si
TNUV	Número de Carriles	TNUV	Double	0	0	8	Si
TACC	Accesibilidad	TACC	Double	0	0	8	Si
Nombre	Nombre geográfico	NMG	String	0	0	50	Si
Categoría	Categorización	CATEGORIZA	String	0	0	50	Si
SHAPE_Long	SHAPE_Long	SHAPE_Long	Double	0	0	8	Si
SubTipoNombre		Valor por Defecto		Dominio			
ObjectClass							
TEDS	<u>cdom IGAC Estado Superf</u>						
TNUV	<u>cdom IGAC Num Carriles</u>						
TACC	<u>cdom IGAC Accesib vias</u>						
Categoría	<u>CATEGORIZACION</u>						
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos				
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID				
FDO_SHAPE	Si	No	SHAPE				

Via_Ferrea

Alias	Via_Ferrea	Geometría: Polyline					
Tipo de Dataset	FeatureClass	Prom. Número Puntos: 0					
Tipo de Entidad	Simple	Tiene M: No					
		Tiene Z: No					
		Tam. Grilla: 0.14000000000000001					
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
Shape	Shape	Shape	Geometría	0	0	0	Si
COD_MPIO			Double	0	0	8	Si
ORIGEN			String	0	0	150	Si
DESTINO			String	0	0	150	Si
LONGITUD			Double	0	0	8	Si
LONG_MEDID			String	0	0	10	Si
ANO			Integer	0	0	4	Si
AMBITO			Integer	0	0	4	Si
Shape_Long	Shape_Long	Shape_Long	Double	0	0	8	Si
SubTipoNombre	Valor por Defecto		Dominio				
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos				
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID				
FDO_Shape	Si	No	Shape				

Vocacion_uso

Alias	Vocacion_uso	Geometría: Polígono					
Tipo de Dataset	FeatureClass	Prom. Número Puntos: 0					
Tipo de Entidad	Simple	Tiene M: No					
		Tiene Z: No					
		Tam. Grilla: 1					
Nombre Campo	Alias Nombre	Modelo	Tipo	Precn.	Escala	Long	Nulo
OBJECTID	OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No
VOCACION			String	0	0	5	Si
SHAPE	Shape	Shape	Geometría	0	0	0	Si
SHAPE_Long	SHAPE_Long	SHAPE_Long	Double	0	0	8	Si
SHAPE_Area	SHAPE_Area	SHAPE_Area	Double	0	0	8	Si
SubTipoNombre	Valor por Defecto		Dominio				
Index Nombre	Ascendente	Único	Campos				
FDO_OBJECTID	Si	Si	OBJECTID				
FDO_SHAPE	Si	No	SHAPE				











Spatial References



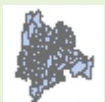


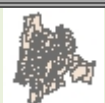





Dimensión	Minimum	Precision
Aguas Superficiales		
X	-87	409418147942772
Y	-5	
M	0	100000
Z	0	100000
Sistema de Coordenadas		






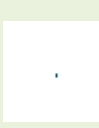
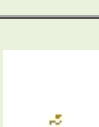





GEOGCS["GCS_MAGNA",DATUM["D_MAGNA",SPHEROID["GRS_1980",6378137.0,298.257222101]],PRIMEM["Greenwich",0.0],UNIT["Degree",0.0174532925199433],AUTHORITY["EPSG",4686]]		
Cobertura_Tierra		
X	-87	409418147942772
Y	-5	
M	0	100000
Z	0	100000
Sistema de Coordenadas		
GEOGCS["GCS_MAGNA",DATUM["D_MAGNA",SPHEROID["GRS_1980",6378137.0,298.257222101]],PRIMEM["Greenwich",0.0],UNIT["Degree",0.0174532925199433],AUTHORITY["EPSG",4686]]		
CoberturaVeg_UsO_Ocup		
X	-87	409418147942772
Y	-5	
M	0	100000
Z	0	100000
Sistema de Coordenadas		
GEOGCS["GCS_MAGNA",DATUM["D_MAGNA",SPHEROID["GRS_1980",6378137.0,298.257222101]],PRIMEM["Greenwich",0.0],UNIT["Degree",0.0174532925199433],AUTHORITY["EPSG",4686]]		
Entidades_Territoriales		
X	-87	409418147942772
Y	-5	
M	0	100000
Z	0	100000
Sistema de Coordenadas		
GEOGCS["GCS_MAGNA",DATUM["D_MAGNA",SPHEROID["GRS_1980",6378137.0,298.257222101]],PRIMEM["Greenwich",0.0],UNIT["Degree",0.0174532925199433],AUTHORITY["EPSG",4686]]		
Equipamiento_Municipal		
X	-87	409418147942772
Y	-5	
M	0	100000
Z	0	100000
Sistema de Coordenadas		
GEOGCS["GCS_MAGNA",DATUM["D_MAGNA",SPHEROID["GRS_1980",6378137.0,298.257222101]],PRIMEM["Greenwich",0.0],UNIT["Degree",0.0174532925199433],AUTHORITY["EPSG",4686]]		
Eventos_DinamicasNaturales		
X	-399.99999999348103	780903143.63636398
Y	-399.99999999534	
M	0	8192
Z	0	8192
Sistema de Coordenadas		
GEOGCS["GCS_SIRGAS",DATUM["D_SIRGAS",SPHEROID["GRS_1980",6378137.0,298.257222101]],PRIME M["Greenwich",0.0],UNIT["Degree",0.0174532925199433],AUTHORITY["EPSG",4170]]		
SocEcon_Poblacion		
X	-87	409418147942772
Y	-5	
M	0	100000
Z	0	100000
Sistema de Coordenadas		

GEOGCS["GCS_MAGNA",DATUM["D_MAGNA",SPHEROID["GRS_1980",6378137.0,298.257222101]],PRIMEM["Greenwich",0.0],UNIT["Degree",0.0174532925199433],AUTHORITY["EPSG",4686]]		
Susceptibilidad DinamicasNaturales		
X	-87	409418147942772
Y	-5	
M	0	100000
Z	0	100000
Sistema de Coordenadas		
GEOGCS["GCS_MAGNA",DATUM["D_MAGNA",SPHEROID["GRS_1980",6378137.0,298.257222101]],PRIMEM["Greenwich",0.0],UNIT["Degree",0.0174532925199433],AUTHORITY["EPSG",4686]]		
Transporte		
X	-87	409418147942772
Y	-5	
M	0	100000
Z	0	100000
Sistema de Coordenadas		
GEOGCS["GCS_MAGNA",DATUM["D_MAGNA",SPHEROID["GRS_1980",6378137.0,298.257222101]],PRIMEM["Greenwich",0.0],UNIT["Degree",0.0174532925199433],AUTHORITY["EPSG",4686]]		
Unidades Administrativas		
X	-87	409418147942772
Y	-5	
M	0	100000
Z	0	100000
Sistema de Coordenadas		
GEOGCS["GCS_MAGNA",DATUM["D_MAGNA",SPHEROID["GRS_1980",6378137.0,298.257222101]],PRIMEM["Greenwich",0.0],UNIT["Degree",0.0174532925199433],AUTHORITY["EPSG",4686]]		
Uso Tierras		
X	-87	409418147942772
Y	-5	
M	0	100000
Z	0	100000
Sistema de Coordenadas		
GEOGCS["GCS_MAGNA",DATUM["D_MAGNA",SPHEROID["GRS_1980",6378137.0,298.257222101]],PRIMEM["Greenwich",0.0],UNIT["Degree",0.0174532925199433],AUTHORITY["EPSG",4686]]		

3. REPORTE DATOS GEODATABASE

Objeto	Tipo	Geometría	Subtipos	Total	Fuente	Snapshot
Aguas Superficiales						
Drenaje_Doble	Feature Class	Polígono		379	Gobernación de Cundinamarca. Escala 1:25.000, 2010.	
Drenaje_Sencillo	Feature Class	Polilínea		136042	Gobernación de Cundinamarca. Escala 1:25.000, 2010.	
Embalse	Feature Class	Polígono		14	Gobernación de Cundinamarca. Escala 1:25.000, 2010.	
Lago_Laguna	Feature Class	Polígono		5297	Gobernación de Cundinamarca. Escala 1:25.000, 2010.	
Cobertura Tierra						
CoberturaTierra_1993	Feature Class	Polígono		8876	Gobernación de Cundinamarca, URPA. Escala 1:25.000, generalizado a 1:100.000, 2004	
CoberturaTierra_2000	Feature Class	Polígono	-	2665	IDEAM, Mapa de cobertura de la tierra 2000-2002, Escala 1:100.000, 2010	
CoberturaTierra_2007	Feature Class	Polígono	-	3183	IDEAM, Mapa de cobertura de la tierra 2005-2007, Escala 1:100.000, 2010	
CoberturaTierra_2040	Feature Class	Polígono	-	6885	Conservación Internacional-PNUD. Escala: 1:100.000, 2013	
CoberturaVeg Uso Ocup						
CambioCoberturaVegetal_00_07	Feature Class	Polígono	-	7484	Conservación Internacional-PNUD. Escala: 1:100.000, 2013	
CambioCoberturaVegetal_93_00	Feature Class	Polígono	-	18980	Conservación Internacional-PNUD. Escala: 1:100.000, 2013	

Entidades_Territoriales							
Centro_Poblado	Feature Class	Polígono	C. Poblado, l. Policia, Caserio Cabecera Capital	224 117 0	341	Gobernación de Cundinamarca. Escala 1:25.000, 2010.	
Departamento	Feature Class	Polígono	-	-	2	Gobernación de Cundinamarca. Escala 1:25.000, 2010.	
Municipio	Feature Class	Polígono	-	-	118	Gobernación de Cundinamarca. Escala 1:25.000, 2010.	
Equipamiento_Municipal							
Educativo	Feature Class	Punto	Rural Urbano	1857 1118	2975	Gobernación de Cundinamarca. Escala 1:25.000, 2010.	
Salud	Feature Class	Punto	-	-	316	Gobernación de Cundinamarca. Escala 1:25.000, 2010.	
Eventos_DinamicasNaturales							
IncendiosTotal_1986_2005	Feature Class	Polígono	-	-	132	-	
SocEcon_Poblacion							
HallazgosArqueologicos	Feature Class	Punto	-	-	276	Instituto Colombiano de Antropología e Historia.ICANH. 1:25.000, 2010.	
RangoHaPredial	Feature Class	Polígono	-	-	7	Instituto Geográfico Agustín Codazzi. IGAC. 1:25.000, 2012.	
SitioInteres	Feature Class	Punto	-	-	200	Gobernación de Cundinamarca. Escala 1:25.000, 2010.	
Susceptibilidad_DinamicasNaturales							
SuscepDesertificacion	Feature Class	Polígono	-	-	242	IDEAM. Escala 1:500.000, xxx	
SuscepIncendios_CondNormal	Feature Class	Polígono	-	-	4422	IDEAM. Escala 1:500.000, xxx	

SuscepIncendios_Nino	Feature Class	Polígono	-	5771	IDEAM. Escala 1:500.000, xxx	
SuscepInundacion	Feature Class	Polígono	-	1989	IDEAM. Escala 1:500.000, xxx	
SuscepSalinizacion	Feature Class	Polígono	-	127	IDEAM. Escala 1:500.000, xxx	
Transporte						
Aeropuerto_P	Feature Class	Punto	-	21	Gobernación de Cundinamarca. Escala 1:25.000, 2010.	
Puente	Feature Class	Punto	-	480	Gobernación de Cundinamarca. Escala 1:25.000, 2010.	
Red_Hidrocarburos	Feature Class	Polilínea	-	7	Instituto Geográfico Agustín Codazzi. IGAC. 1:100.000, 2011.	
RedAltaTension	Feature Class	Polilínea	-	24	Instituto Geográfico Agustín Codazzi. IGAC. 1:100.000, 2011.	
Via	Feature Class	Polilínea	-	10422	Gobernación de Cundinamarca. Escala 1:25.000, 2010.	
Via_Ferrea	Feature Class	Polilínea	-	78	Gobernación de Cundinamarca. Escala 1:25.000, 2010.	
Unidades Administrativas						
Parques_Nacionales	Feature Class	Polígono	-	90	Parques Nacionales. UAESPNN. Escala 1:100.000, 2012	
Uso Tierras						
Conflicto_uso	Feature Class	Polígono	-	33623	Instituto Geográfico Agustín Codazzi. IGAC. 1:100.000, 2012.	
Vocacion_uso	Feature Class	Polígono	-	2274	Instituto Geográfico Agustín Codazzi.	

					IGAC. 1:100.000, 2012.	
Tablas						
ActividadAgricolaMunicipio	Tabla	-	-	1001	Gobernación de Cundinamarca. Agricultura: Transitorios, permanentes y anuales. Estadísticas de Cundinamarca 2010.	-
ActividadEconomicaPersona	Tabla	-	-	116	Gobernación de Cundinamarca. Actividad Económica Persona por Municipio y Zona. Estadísticas de Cundinamarca 2010.	-
CombustibleVivienda	Tabla	-	-	116	Gobernación de Cundinamarca. Combustible con el que cocinan los alimentos por Municipio y Zona. Estadísticas de Cundinamarca 2010.	-
DemandaAguaMunicipio	Tabla	-	-	116	IDEAM. Estudio Nacional del Agua. 2012	-
EstadoCatastralMunicipio	Tabla	-	-	116	Gobernación de Cundinamarca. Estadísticas Catastrales por Municipio y Zona. Estadísticas de Cundinamarca 2010.	-
MaterialParedesVivienda	Tabla	-	-	116	Gobernación de Cundinamarca. Material Predominante en las Paredes de las Viviendas por Municipio y Zona. Estadísticas de Cundinamarca 2010.	-

MaterialPisosVivienda	Tabla	-	-	116	Gobernación de Cundinamarca. Material Predominante en los Pisos de las Viviendas por Municipio y Zona. Estadísticas de Cundinamarca 2010.	-
PoblacionCenso85_20	Tabla	-	-	116	DANE. Censo 2005.	-
PoblacionEdadesQuinquenales	Tabla	-	-	116	DANE. Censo 2005.	-
PoblacionNBIMiseria	Tabla	-	-	116	Gobernación de Cundinamarca. Población Pobre según NBI y Miseria por Municipio y Zona. Estadísticas de Cundinamarca 2010.	-
PoblacionSisben	Tabla	-	-	116	Gobernación de Cundinamarca. Población Sisbenizada por Municipio, Zona y Nivel. Estadísticas de Cundinamarca 2010.	-
TasaCrecimientoPoblacional93_05	Tabla	-	-	116	Gobernación de Cundinamarca. Tasas de Crecimiento Intercensal (2005 vs 1993). Estadísticas de Cundinamarca 2010.	-

Sistema de Coordenadas

GEOGCS["GCS_MAGNA",DATUM["D_MAGNA",SPHEROID["GRS_1980",6378137.0,298.257222101]],PRIMEM["Greenwich",0.0],UNIT["Degree",0.0174532925199433],AUTHORITY["EPSG",4686]]

4. PROCEDIMIENTOS DE EDICIÓN Y DE VISUALIZACIÓN DE LAS SALIDAS GRÁFICAS

De acuerdo con los lineamientos del PNUD, las salidas gráficas presentarán las siguientes características:

- Sistema de proyección Magna – Sirgas origen Bogotá
- Inclusión de los siguientes logos, los cuales fueron suministrados por el PNUD:

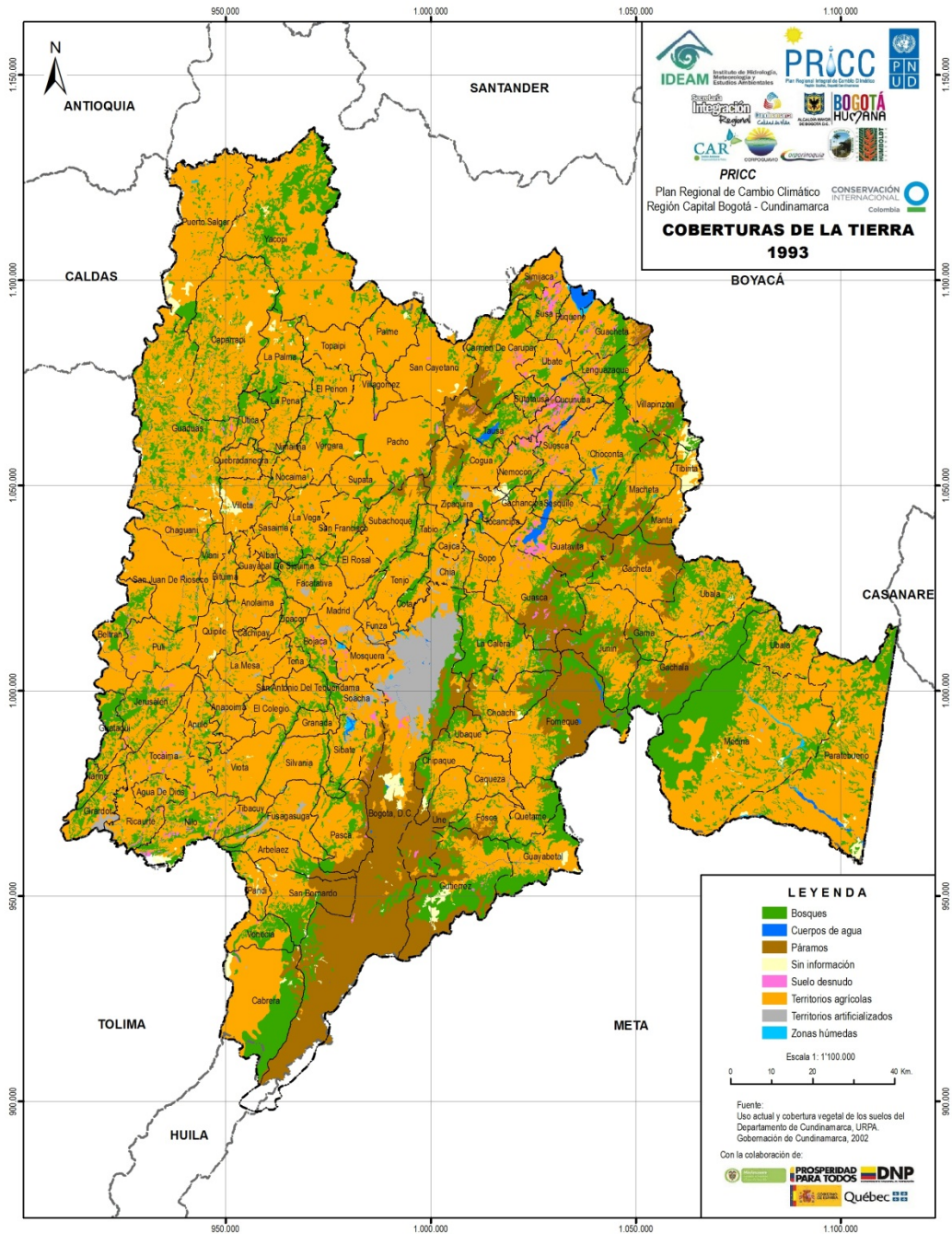
Logos de las entidades responsables:



Logos de colaboradores:



- Escala de resolución de la información 1:100.000 y escala gráfica de 1:250.000.
- Los mapas que formarán parte de los informes y documentos tendrán la siguiente estructura:



- Los mapas que formarán parte de los anexos cartográficos serán presentados en tamaño 900X1200mm, escala gráfica 1:250.000 manteniendo la siguiente estructura:

www.priccregioncapital.org